This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

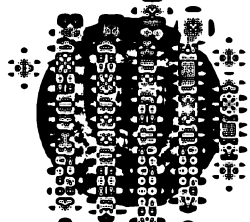
+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

JP
rary



D AT THE
FOREST

DES BOIS

MENTAIRES

RGANIQUES

ES MOYENS DE LA PRÉVENIR
DE CONSERVATION
S JUSQU'A NOS JOURS

HIMISTE

Hiberis vita et mortis, 1911.)

IQUE
E-ÉDITEUR

TRAITÉ

DE LA

CONSERVATION DES BOIS

DES SUBSTANCES ALIMENTAIRES

ET

DE DIVERSES MATIÈRES ORGANIQUES

Paris. — Typographie Georges Chamerot, rue des Saints-Pères 19.

TRAITÉ

DE LA

CONSERVATION DES BOIS

DES SUBSTANCES ALIMENTAIRES

ET

DE DIVERSES MATIÈRES ORGANIQUES

ÉTUDE CHIMIQUE DE LEUR ALTÉRATION ET DES MOYENS DE LA PRÉVENIR
THÉORIES ÉMISES ET PROCÉDÉS DE CONSERVATION
APPLIQUÉS DEPUIS LES TEMPS ANCIENS JUSQU'A NOS JOURS

PAR

MAXIME PAULET, CHIMISTE

Auteur de plusieurs ouvrages de chimie appliquée.

. . . Usum habent inquisitione dignissimum ea quibus arcetur putrefactio, corporumque integritatem tuemur.

. . . *C'est un sujet très-digne de recherches que de prévenir la décomposition et de maintenir l'intégrité des corps,*

(BACON DE VERULAM, *Historia vitæ et mortis*, 1622.)

PARIS

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE

J. BAUDRY, LIBRAIRE-ÉDITEUR

RUE DES SAINTS-PÈRES, 15

1874

L'Auteur réserve tous ses droits.

CONSIDÉRATIONS PRÉLIMINAIRES

La décomposition saisit toutes les matières organiques dès qu'elles cessent d'être sous la puissance vitale; leurs éléments se dissocient alors, s'échappent sous forme gazeuse; nous n'apercevons plus que quelques cendres : c'est un fait.

Quelle est la cause, ou quelles sont les causes de la destruction qui s'accomplit ainsi en disséminant les éléments de cette merveilleuse substance organique?

Et quelle est, dans son essence même, la force qui tenait unis ces éléments?

Difficiles ou insolubles problèmes.

Nous nous trouvons ici, comme toujours lorsqu'on recherche les origines, en présence du relatif et du contingent. On remonte le courant sans doute, on se rapproche de la source sans jamais l'atteindre et sans trouver la dernière raison scientifique.

Un pauvre paysan, auquel nos voies ferrées avaient pris un lambeau de terre, voyait un jour circuler la locomotive d'essai qui, lentement, parcourait la voie nouvelle. Il n'y

[illegible] cependant les roues tour-
[illegible] s mettait en mouvement?
[illegible] paysan distingue d'abord
[illegible] ain et donne l'impulsion à
[illegible] actionnée par la tige du
[illegible] us l'action de la vapeur;
[illegible] ère. Il voit le foyer incan-
[illegible] s qui alimente le tender
[illegible] arrête la machine, la fait
[illegible] urs, en fin de compte, arri-
[illegible]

[illegible] jours, ne défend pas certes
[illegible] s, mais le *mécanicien* restera
[illegible] le premier mot de toutes
[illegible]

[illegible] s'organisent, s'ils dévelop-
[illegible] les éléments de leur propa-
[illegible] sent à la *force vitale*, force
[illegible] n, un jour, interrompt son
[illegible] acé, je le sais, cette force
[illegible] rien absolument, par une
[illegible] ompagne les formations et
[illegible] es évolutions de la matière.
[illegible] re; ce sont là des effets, ce
[illegible] ui met en mouvement ces
[illegible] ère, en la faisant produire
[illegible] e feuille et là un homme?
[illegible] ît être arrivée à son point
[illegible] endu expliquer la création
[illegible] orces et des atomes cro-

Il suffit de considérer au microscope ces tissus délicats qui composent les trames végétales et animales pour rester frappé d'admiration et reconnaître que la substance organique, plus que toutes les autres, atteste l'action d'un créateur; j'ose même exprimer cette pensée, dût-elle paraître paradoxale, qu'on voit bien mieux là l'action supérieure, créatrice, puissante, vivante, permanente, que dans le monde sidéral qui éblouit davantage nos yeux.

Que le lecteur ne s'effraye pas de ces considérations préliminaires; je ne toucherai que d'une façon succincte et discrète aux questions des *générations spontanées* et de la *panspermie,* depuis si longtemps controversées et plus aujourd'hui que jamais. L'étude des forces créatrices, dans la partie même qui est accessible à notre intelligence, ne forme pas l'objet principal de ce travail; au contraire, je prends pour point de départ l'être organisé, au moment où, abandonné par la puissance vitale qui liait ensemble tous ses éléments, il va restituer à l'atmosphère les gaz dont il est composé; mais à ce moment précis la vie apparaît de nouveau sous forme d'animaux ou de végétaux rudimentaires, de telle sorte qu'il est impossible de séparer complétement l'examen de ces deux grands phénomènes de décomposition et de reconstitution organiques.

A vrai dire, pendant l'acte même de la vie, la décomposition s'opère sans relâche, mais ces pertes sont réparées aussitôt. En effet, le végétal se brûle pendant la nuit, en dégageant de l'acide carbonique. L'homme se brûle aussi, en respirant; vivant, il élimine de l'acide carbonique, du carbonate d'ammoniaque sous forme d'urée, des cendres sous forme d'urines ou de transpiration cutanée, etc.; ce qui revient à dire que, pendant leur vie, les corps organi-

ques émettent les produits mêmes qui résultent de leur décomposition dernière. Il semble démontré aujourd'hui que l'acte vital consiste dans la perte incessante de ces éléments décomposés, et l'apport, par la nourriture, des matériaux nouveaux qui les remplacent; c'est un actif échange.

Au point de vue pratique surtout où je dois me placer ici, il suffit de rechercher simplement ce que devient le corps organique abandonné à lui-même, lorsque la force d'agrégation a cessé de le soutenir : cette étude fait l'objet de la première partie de ce volume.

La seconde partie s'applique à signaler les moyens propres à prévenir cette décomposition des matières organiques, et plus spécialement des bois.

La troisième et dernière partie traite de la conservation des aliments, des tissus, des cadavres, etc., etc.

Parmi les procédés de conservation les plus remarquables et les plus anciens, il faut placer la momification du corps humain opérée en Égypte, il y a trois mille ans. Pour préserver leurs morts de la décomposition, les Égyptiens avaient trouvé déjà l'agent de conservation que nous plaçons encore aujourd'hui parmi les plus efficaces. Notre siècle industriel fait servir maintenant à la conservation des bois les matières résineuses, analogues à celles qui imbibaient les momies.

Suivant quelques auteurs *utilitaires*, cette religieuse conservation des morts est une pratique regrettable, parce qu'elle viole la grande loi naturelle des transformations. L'un de ces auteurs, redoutant surtout la propagation de telles méthodes, emploie toutes les séductions du langage démocratique pour nous convier à l'abandon de ces dépouilles. « L'homme puissant qu'on a soustrait à la putréfaction après

la mort est exilé du laboratoire de la vie, il est condamné à l'immutabilité. Tandis que l'homme du peuple a déjà circulé dans plusieurs générations de plantes agréables, d'animaux heureux et d'hommes utiles, le potentat, qui l'a précédé de plusieurs siècles dans la tombe, est resté un monceau de résine inutile au grand mécanisme de la reproduction [1]. »

Les craintes ainsi manifestées me paraissent exagérées. Le respect est maintenant si rare, si rares sont aussi l'affection persévérante et le culte des souvenirs, que les municipalités ne sont pas menacées d'agrandir le champ du repos.

C'est encore un obstacle, momentané, il est vrai, que l'on crée à cette loi de transformation des êtres, lorsqu'on fait sécher le blé et toutes les graines alimentaires. Soustraire aux matières organiques l'eau qu'elles contiennent, c'est assurément le plus ancien des moyens de conservation.

Le charançon vient encore s'insinuer dans le grain de blé; il obéit à la loi naturelle, en s'emparant de notre aliment que nous défendons contre lui par le vannage : c'est encore un procédé de conservation.

Le vin se décompose au contact de l'air et, comme disait Caton, *vinum nomen perdit.* Il nous est démontré, aujourd'hui, que d'innombrables végétaux se développent à l'aise dans le précieux liquide : c'est la loi naturelle. Mais les anciens préservaient les vins du contact de l'air, et combattaient l'action de l'atmosphère, en faisant intervenir l'huile ou bien les résines et la fumée. Je rappellerai sommairement, au cours de cet ouvrage, les anciens procédés

[1] Dr Bressy, *Théorie de la contagion*, etc., 1802.

employés pour conserver ce liquide et le soustraire pendant quelque temps aux lois naturelles.

La peau des animaux devient, en peu de jours, la nourriture des vers; impossible d'utiliser ainsi ce tissu animal et de le convertir en chaussures. Les agents chimiques anciennement employés, en vue d'assurer au cuir une durée presque indéfinie, seront signalés; mais c'est encore une atteinte à la loi naturelle.

On serait mal venu et taxé de folie, si l'on venait dire aux administrateurs de chemins de fer qu'en faisant pénétrer un liquide antiseptique dans les traverses de bois, supports des rails, ils retardent par là de huit ou dix ans le moment où les parasites doivent en faire leur festin. A tous ces êtres rudimentaires, ils préfèrent, avec raison, l'intérêt de leurs actionnaires.

Il est inutile d'étendre la liste de ces exemples pour démontrer, avec Bacon, que *les moyens de conservation sont d'une grande utilité et que tous nos efforts doivent tendre à prolonger la durée de ces composés organiques*, si merveilleux, mais si éphémères.

Les obstacles qu'on suscite d'ailleurs à cette loi ne sont que passagers, et la matière organique ne sort pas du cercle perpétuel des transformations signalé par Becher, *circulus æterni motus*. Le corps vivant, — végétal ou animal, — obéit lui-même à cette loi; il n'en contre-balance l'effet qu'à la condition de ressaisir, par la nourriture, une substance nouvelle et par là de se ranimer.

Mais lorsque les restitutions vitales sont interrompues, une telle défaillance organique profite aussitôt et toujours à l'atmosphère, ainsi qu'à la multitude des parasites qui entouraient déjà et convoitaient cet organisme, avant même

qu'il fût inerte. La vie apparaît donc comme un état de tension et de lutte sans trêve.

L'art de la conservation consiste à éloigner ces agents destructeurs et à leur opposer des barrières.

Je n'exposerai pas en détail et ne défendrai pas le plan de l'ouvrage. J'ai suivi la voie qui m'a paru la plus simple, la plus droite. On trouvera tous les jalons et comme les piquets du tracé dans le sommaire des chapitres reproduit à la fin du volume.

Néanmoins, à ce que j'ai déjà dit, je puis ajouter que la *première partie* s'applique à mettre en lumière les idées et les faits relatifs à l'altération des matières organiques, aux produits qu'elle engendre et aux moyens qu'il convient d'employer pour la prévenir. Le lecteur se trouve ainsi conduit depuis l'antiquité jusqu'aux théories actuelles, en traversant et en étudiant la période alchimique. J'ai fini cet exposé, qui conserve l'ordre chronologique, par l'explication des phénomènes des décompositions telle qu'elle ressort maintenant des belles recherches de M. Pasteur.

Je souhaite qu'on retire de ce laborieux résumé un fruit proportionné aux soins que m'ont coûtés ces recherches rétrospectives. Sans m'abandonner aux sollicitations d'une vaine curiosité, j'ai noté les étapes parcourues dans ce sujet qui a toujours fait l'objet des préoccupations. Plus d'une personne sera surprise de trouver, dans les extraits de ces vieux écrits, des théories ou des procédés de conservation qui nous semblent beaucoup plus récents. J'ai ajouté les

textes, non point pour faire parade d'érudition, mais parce qu'il me paraît nécessaire de remonter toujours aux sources.

Cette étude historique est ici abrégée d'ailleurs; en la traçant, j'ai eu surtout la préoccupation de la condenser, parce que notre temps n'est pas aux longs discours. Mais cette forme d'investigations plus complètes m'a paru nécessaire. Exposer avec soin les recherches du passé, puis les recherches contemporaines, ce n'est pas seulement donner satisfaction à notre intelligence, mais c'est provoquer de nouveaux progrès.

A cette première partie, *historique* et *théorique*, succèdent une deuxième et une troisième parties, *pratiques*, consacrées l'une et l'autre aux différents moyens proposés pour préserver la matière organique de la décomposition.

Ces procédés de conservation offrent généralement deux aspects : la face *chimique,* c'est-à-dire le réactif préservateur employé; la face *mécanique*, c'est-à-dire l'instrument propre à faire pénétrer les réactifs dans les tissus organiques.

Mais il y a nécessairement des subdivisions. Quelques substances, — le bois, par exemple, — n'imposent aux différents réactifs que l'obligation d'assurer aux fibres ligneuses la plus longue durée; tandis que d'autres substances, — les aliments, les tissus, — exigent des agents conservateurs une action moins persévérante peut-être, mais plus délicate, afin de ne point altérer les couleurs, les fibres de celles-ci, et les propriétés nutritives de celles-là.

J'ai fait une classe à part (toute la deuxième partie) des nombreux moyens destinés à la conservation des bois, en raison de l'importance du sujet.

J'appelle l'attention du lecteur sur les chapitres II et VI (1re section); dans le premier est abordé un sujet rarement

traité, je veux parler des *actions diverses exercées par les agents conservateurs sur les corps organiques, suivant les milieux où ils sont placés;* dans le second, je tente l'examen de cet autre sujet inexploré : *quelle est la mesure de résistance opposée par les agents conservateurs, et quelles sont les causes naturelles qui finissent par vaincre ces résistances.*

Il y a là, si je ne m'abuse, des recherches et des indications nouvelles.

En décrivant les nombreux procédés de conservation des bois proposés depuis le commencement du dernier siècle, j'ai suivi l'ordre chronologique. Cette classification n'est guère scientifique; elle est plus conforme, il est vrai, au sentiment historique. Mais ce sentiment ne doit point avoir la prépondérance dans une œuvre de science appliquée. C'est donc un défaut, j'en conviens, de réunir des documents qui se suivent, s'ajoutent, sans autre lien que leur âge : c'est une superposition de matériaux sans ciment.

Mon intention avait été d'abord de grouper les procédés divers et nombreux par familles. Dans l'intérêt de l'exactitude, j'ai dû renoncer à ce plan, parce que les auteurs des innovations ne font pas seulement varier les substances conservatrices, introduites dans les bois, mais aussi les moyens de pénétration; ils ajoutent d'ailleurs ou retranchent des ingrédients qu'ils estiment utiles ou nuisibles. Lorsqu'un procédé doit son efficacité à deux ou trois substances différentes, et aussi à un moyen particulier de pénétration, on ne saurait le ranger parmi ceux qui n'utilisent que l'une de ces substances préservatrices; ou bien, il faudrait le placer successivement, et par trois fois, parmi les procédés qui appliquent chacun de ces réactifs. Il y aurait donc, soit amputation injustifiable, soit répétition fasti-

dieuse. La simplification apparente conduirait inévitablement à une grande confusion.

Ces considérations m'ont déterminé à suivre l'ordre chronologique et, pour en racheter le défaut, à présenter d'abord un résumé des quelques méthodes vraiment remarquables, saillantes, qui s'élèvent au-dessus des nombreux procédés (2e partie, section 1re).

Un semblable résumé, en me dégageant momentanément des détails et me replaçant dans les grandes lignes de cette étude chimique, m'a permis de traiter à fond les questions de principes, de signaler les progrès réalisés, les perfectionnements encore attendus, et d'augurer les développements probables qui sont réservés à cette partie industrielle de la science. On sait toujours un peu d'avenir, quand on sait beaucoup de passé.

En outre, chaque chapitre des *Documents* commence, sous forme de *sommaire,* par rappeler les travaux accomplis durant chaque période.

Malgré ses imperfections et quelques lacunes inévitables, mon volumineux relevé chronologique lui-même sera utilement consulté par plus d'un chercheur qui me saura gré de n'avoir pas perdu patience en réunissant tous ces documents, en inventoriant ces méthodes, d'autant que plusieurs d'entre elles, qui ne brilleraient pas au premier rang, peuvent offrir parfois encore quelques avantages; *nisi utile est quod facimus, stulta est gloria.* Les procédés ainsi décrits, au nombre de deux cents environ, composent autant de petites monographies, confondues dans cette monographie générale comme les atomes qui constituent un corps. Cette longue description se trouve résumée dans un tableau synoptique qui termine la 2e partie, 1re section, page 152.

Parmi les surprises causées quelquefois par la lecture des vieux volumes, il en est une que je me plais à signaler ici. Il est généralement admis que la première application du bichlorure de mercure à la conservation des bois a été faite vers 1820 ou 1830. Un document démontre que c'est Homberg, savant académicien français, qui a signalé cet emploi dès 1705. J'ai été heureux de trouver et de reproduire l'article publié à ce propos dans l'*Histoire de l'Académie*, 1705, page 38.

On ne trouve, au sujet de la conservation des bois et des autres corps organiques, que des notices éparses, abrégées, savantes parfois, mais qui peuvent être trouvées insuffisantes, parce qu'elles ne rappellent pas toutes ces tentatives et les recherches nombreuses accomplies dans cette direction. Il m'a paru utile de noter rapidement un insuccès même, parce que c'est un écueil signalé à ceux qui suivent.

Mes efforts tendent à rappeler dans ce Traité la plupart des moyens de conservation; je n'ose pas dire que je les aie tous reproduits : les lacunes et les omissions me paraissent inévitables. Je recevrai, avec reconnaissance, communication des renseignements essentiels qui auraient pu m'échapper; et si, en remuant tant de noms, de faits et de dates, il s'était glissé quelques inexactitudes involontaires, le même accueil serait fait aux rectifications : je ne manquerais pas de les publier dans une autre édition.

ABRÉVIATIONS

EMPLOYÉES POUR DÉSIGNER QUELQUES OUVRAGES PÉRIODIQUES.

Ann. des arts et manuf. — Annales des arts et manufactures.
Ann. du Conserv. — Annales du Conservatoire des arts et métiers.
Ann. forest. — Annales forestières.
Ann. de ch. et de phys. — Annales de chimie et de physique.
Ann. de Milon et Reiset. — Annuaire de chimie de Milon et Reiset.
Arch. des déc. — Archives des découvertes et des inventions nouvelles, 30 vol. in-8°, publication commencée en 1809.
Bull. de la Soc. d'enc. — Bulletin de la Société d'encouragement.
Bull. des sc. techn. — Bulletin des sciences technologiques du Bon de Férussac.
Coll. off. des Br. — Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi, etc.
Compt. rend. de l'Ac. des sc. — Comptes rendus de l'Académie des sciences.
Comptes. rend. de la Soc. des ing. civ. — Comptes rendus de la Soc. des ingénieurs civils.
Gaz. méd. — Gazette médicale.
Génie ind. — Génie industriel (le), d'Armengaud frères.
J^al^ de ph^ie^. — Journal de pharmacie.
Mém. de M. Payen. — Mémoire sur la conservation des bois, par M. Payen; mémoire publié, en 1861. dans les *Ann. du Conserv.*, t. Ier; dans les *Ann. forest.*, t. VII, etc.
Public. ind. — Publication industrielle, d'Armengaud aîné.
Rec. ind. — Recueil industriel, de Moléon.
Rev. des eaux et for. — Revue des eaux et forêts, de Frézard.
Techn. — Le Technologiste, de Malepeyre.

PREMIÈRE PARTIE

HISTORIQUE

DÉCOMPOSITION ET CONSERVATION DES MATIÈRES ORGANIQUES

HISTORIQUE

CHAPITRE PREMIER

Altération des matières organiques et moyens employés dans l'antiquité pour la combattre. — *Au point de vue général :* inhumation, crémation. — Emploi des bois résineux, des huiles parfumées. — Conservation des cadavres chez les peuples anciens (Éthiopiens, Égyptiens, etc.). — *Au point de vue domestique :* conservation des vins, des aliments, des bois, des laines, à l'aide du sel, de l'alun, du tanin, de la cire, de l'huile, du goudron, de la poix, de la fumée, du soufre.

Exposé à l'air, un corps inorganique reste habituellement intact; au contraire, un corps organique (végétal ou animal) ne tarde pas à se décomposer.

Quelle est la cause de cette différence? Peut-on prévenir la décomposition, en assurant aux substances organiques la stabilité des matières minérales?

Ces problèmes ont de tout temps excité le plus vif intérêt. La curiosité naturelle n'est pas ici le seul mobile; il y a souvent un danger à conjurer. En effet les substances organiques, en se décomposant, répandent dans l'air des émanations nuisibles, dangereuses et souvent mortelles.

Quand le grand égout de Tarquin, à Rome (*cloaca maxima*), se trouvait obstrué par les détritus organiques en décomposition, il s'en échappait des effluves qui, pendant l'été surtout, faisaient un grand nombre de victimes et devenaient une calamité publique. On savait que ces amas en putréfaction étaient la cause du fléau[1].

Autour de Rome, dans les Marais Pontins, l'eau marécageuse laissait échapper, comme elle laisse encore échapper maintenant, un

[1] Nam et cœlum pestilens et ruinas minantur immunditiæ cloacarum (Ulpien).

effluve paludéen qui apporte la fièvre aux misérables paysans de cette région, aux voyageurs même qui la traversent et aux Romains qui en sont éloignés de plusieurs kilomètres.

Les anciens n'avaient pas manqué d'observer que les corps morts, abandonnés après une bataille, répandent des odeurs, non-seulement repoussantes, mais toxiques.

Les agglomérations populeuses portent en elles, et d'une manière permanente, un semblable péril.

Aussi, pour prévenir les dangers de la décomposition cadavérique, et pour obéir à un sentiment pieux, les morts étaient autrefois incinérés, ou enterrés, ou embaumés.

Il paraît que tous les peuples anciens ont appliqué à leurs morts divers moyens de conservation et de momification, à l'exception toutefois des Grecs et des Romains qui avaient l'habitude de brûler les cadavres[1].

Et encore les Romains n'ont eu recours à la *crémation* que durant quelques siècles. Dans l'origine, ils déposaient les morts dans la terre (*in humo*), confiant ainsi au sol le soin d'absorber le méphitisme et de prévenir les maladies. L'antique usage d'*inhumer* fut abandonné par eux, pour adopter la crémation; mais un grand nombre de familles ne voulurent jamais recourir à ce dernier moyen (*tamen multæ familiæ priscos servavere ritus*). Dans les deux premiers siècles de notre ère, sous les Antonins, les enterrements furent définitivement subtitués à la crémation.

Au temps où la terre recevait les corps des Romains et fixait les émanations dangereuses, il y avait des tombeaux privés, mais aussi des excavations profondes (*puticuli*), destinées aux inhumations communes. Comme aussi, durant la période de la crémation, les Romains avaient le bûcher particulier (*bustum*) et les bûchers publics (*ustrina*).

[1] La putréfaction commençait au domicile du décédé, à Rome, malgré l'abondance des parfums employés. On sait que, par crainte des inhumations précipitées, les corps étaient conservés pendant sept jours. On mettait à profit ce délai pour appeler souvent, à haute voix, le défunt par son nom, « car l'esprit vital, trompant parfois les hommes, se plait à leur faire croire qu'il est parti, » — plerumque vitalis spiritus exclusus solet putari, et homines fallere (Servius).

Lorsque les parents, assemblés autour du bûcher, avaient fait entendre, par trois fois, leur dernière conclamation, en appelant le défunt par son nom, on allumait le bûcher formé surtout de bois résineux (*tædis... struxere pyram*, Virg.). Ce bois était préféré évidemment parce que la flamme en est plus dévorante ou que les vapeurs résineuses décomposent mieux les produits fétides de la combustion. Le cadavre lui-même coopérait à cette double action par les onctions aromatiques qui l'imprégnaient ou les huiles parfumées dont il était inondé. Plutarque nous apprend qu'aux funérailles de Sylla, « les femmes apportèrent une si grande quantité d'aromates, qu'outre ceux qui étaient contenus dans deux cent dix corbeilles, on fit, avec de l'encens d'un grand prix et du cinnamome, une statue de Sylla d'une taille majestueuse. » Homère rapporte qu'au bûcher de Patrocle « Achille prit la graisse de plusieurs animaux, en couvrit le cadavre et inclina sur le lit funèbre les urnes remplies d'huile et de miel ». (*Iliade*, XXIII.)

Après des aspersions d'eau lustrale, les ossements étaient enfin renfermés dans des urnes.

Aux personnages marquants, on élevait des tombeaux somptueux au bord des routes : c'est là qu'étaient déposés leurs corps ou leurs cendres. Je ne sais rien de plus imposant, ni de plus triste, que les bords de la voie Appienne, près de Rome, ou bien encore le chemin qui pénètre dans Pompéi, en passant devant la maison de Diomède. Les côtés de ces voies restent encore couverts des antiques édicules funèbres.

Ainsi, les anciens empruntaient le secours de deux de leurs éléments (terre, feu) pour absorber les produits de la décomposition organique. L'action préservatrice de ces éléments était aidée par les aromates ou par la fumée résineuse.

C'est aux Grecs que les Romains avaient emprunté l'usage de la crémation.

Mais il paraît démontré que tous les autres peuples anciens, au lieu d'accélérer ainsi la décomposition des cadavres, faisaient tous leurs efforts pour la prévenir ou la retarder, usant à cet effet de moyens plus ou moins efficaces.

Pariset admet que les procédés de momification ont eu pour but

de soustraire les vivants aux épidémies que les morts auraient déterminées[1]. Il est permis de croire qu'un sentiment pieux et plus désintéressé présidait à ces préparatifs funèbres.

Hérodote (liv. 3) nous informe que les Éthiopiens (ou Macrobiens) desséchaient leurs morts à un feu lent, avant de les enduire d'une espèce de stuc, recouvert lui-même d'un verre ou, peut-être, d'une résine diaphane qui les garantissait des atteintes de l'air.

Les peuples de la Judée remplissaient les cavités des corps avec des aromates et quelquefois avec du bitume retiré de la mer Morte (Strab., liv. XVI).

Mais ces méthodes imparfaites ou mal appliquées n'ont pas laissé venir jusqu'à nous ces momies; celles qui ont le mieux résisté aux injures du temps proviennent de l'Égypte. Elles méritent un examen spécial[2].

Tout le monde peut voir dans les musées ces momies brunes ou noires qui sont les témoins irrécusables de l'efficacité des procédés égyptiens. Le corps est rigide, bitumineux, mais intact; l'œil, un peu creusé, remplit encore de ses organes raccornis la cavité de l'orbite; les ongles adhèrent parfois aux extrémités des mains et des pieds; les oreilles ont leur saillie naturelle. On peut sans peine mesurer l'angle facial et déduire le degré d'intelligence de ces races éteintes.

Voici les indications que nous ont laissées Hérodote et Diodore de Sicile, — qui écrivaient, comme on sait, au cinquième et au premier siècle avant l'ère vulgaire, — sur la préparation des momies égyptiennes.

Suivant que les défunts appartenaient à la haute classe, à la moyenne ou à la basse classe, les Égyptiens appliquaient des agents différents de conservation.

1° Ils enlevaient la cervelle par les narines au moyen d'un fer crochu et introduisaient, à la place, des substances résineuses, odoriférantes. Ils incisaient ensuite le flanc au moyen d'une pierre

[1] Mém. sur les causes de la peste (*Ann. d'hyg. et de méd. lég.*, 1831).

[2] Le mot arabe Moumyâ vient probablement de deux mots cophtes signifiant *mort* et *sel*. En arabe, *Mum* veut dire cire. — Je ne parle que pour mémoire des momies desséchées que nous ont laissées les *Guanches*, habitants primitifs des îles Canaries.

tranchante d'Éthiopie, en retiraient les viscères, lavaient les cavités avec du vin phénicien, et inséraient une ample provision de myrrhe broyée, de cannelle, etc., l'encens étant excepté, parce qu'il est dédié aux dieux. Ensuite, ils recouvraient le corps de sel natron[1] pendant un laps de temps qui n'excédait pas soixante-dix jours. Après l'avoir lavé, ils l'imbibaient et le *confisaient en de la gomme liquide de cèdre* ou résine liquide[2]. Il ne restait plus enfin qu'à l'emmailloter avec des bandes de tissu de coton enduites de *comnie* (espèce de résine indéterminée). Suivant Diodore de Sicile, ce procédé de conservation, appliqué à un cadavre, coûtait un talent d'argent[3].

2° La seconde méthode, dont l'application était moins coûteuse (20 mines), était réservée aux défunts de la classe moyenne : sans extraire les viscères abdominaux, on injectait par ces organes la liqueur onctueuse *cedria,* c'est-à-dire la résine liquide du *pinus cedrus*. Le natron intervenait encore; ce sel séjournait sur la partie externe du cadavre pendant un délai extrême de soixante-dix jours.

3° Enfin, suivant le troisième mode d'embaumement, qui n'occasionnait qu'une dépense insignifiante, le corps était encore soumis au natron; puis, on injectait dans l'intérieur une résine, sans doute plus commune, appelée *sumaïa*, sur la nature de laquelle nous n'avons pas d'indication.

Rouyer, savant pharmacien français qui a fait partie de l'expédition d'Égypte (1798), après avoir bien examiné sur place les momies, n'hésite pas à déclarer que ce qui avait assuré le succès des vieilles méthodes égyptiennes, c'est qu'après avoir pris toutes les précautions ci-devant décrites, on devait apporter les corps dans des étuves : la chaleur liquéfiait les substances résineuses, leur permettait de chasser l'humidité et de pénétrer les chairs. Malgré le silence des historiens sur ce point, il admet que cette pratique était la principale opération de la conservation : « C'est là ce qui

[1] Le natron est un sel (sesquicarbonate de soude, mêlé de sulfate de soude et de sel marin) qu'on extrait encore des sept lacs situés à soixante-dix kilomètres du Caire, dans la *vallée du natron.*

[2] Note de Vigenère dans la vie d'Apollonius de Tyane.

[3] Le petit talent attique (talentum minus atticum) valait soixante mines, et la mine environ quatre-vingt-dix francs de notre monnaie. Cette dépense n'a rien de surprenant; Démosthène parle d'un affranchi qui a dépensé deux talents pour le tombeau de sa femme.

« explique l'état de dessiccation complète dans lequel on les trouve « encore aujourd'hui. »

Le même observateur a vu des cadavres égyptiens absolument desséchés et couverts d'une couche de charbon employé là comme agent préservateur. On est disposé à croire que ces corps ne sont pas contemporains des momies résinifiées, parce qu'ils ne sont pas dans les mêmes souterrains qu'elles, mais seulement à l'entrée des grottes sépulcrales [1].

Déjà, vers le milieu du dernier siècle, Maillet, consul français au Caire, avait publié « qu'il existait un grand nombre de corps couchés sur des lits de charbon, emmaillotés de quelques linges et couverts d'une natte sur laquelle il y avait du sable à l'épaisseur de sept ou huit pieds; c'était apparemment la manière dont les pauvres conservaient les cadavres de leurs parents [2]. »

La propriété antiseptique du charbon est, on le voit, connue depuis longtemps.

La conservation séculaire des momies égyptiennes paraît due surtout à l'imprégnation de substances résineuses et aromatiques, ainsi qu'à la dessiccation, commencée par le natron, achevée par le feu et perpétuée par le climat lui-même. Transportées dans nos contrées septentrionales, et soumises à l'humidité atmosphérique, elles ne paraissent pas offrir la même résistance.

Mais, ailleurs, les corps étaient parfois soumis à une vulgaire salaison dans le sel marin : « Le sel est plus favorable à la conservation des viandes, lorsqu'il est piquant et sec à la façon de celui de Mégare..... Il exerce sur les corps vivants une action desséchante, astringente et contractante; et même, à l'égard des cadavres, il les garantit de la putréfaction et leur assure ainsi une durée de plusieurs siècles [3]. »

[1] Rouyer, *Notice sur l'embaumement*, etc. (*Description de l'Égypte*, antiquités, tom. Ier, p. 220, année 1809.)

Boudet, résumé de la précédente notice (*Bull. de pharm.*, tom. VI, mai 1814).

Voir Penicher, *Traité des embaumements.*

[2] *Dict. univ. d'hist. nat.*, de Valmont de Bomare, 1775.

[3] Servandis carnibus aptior acer et siccus, ut Megaricus.... Corpora vero astringens, siccans, alligans : defuncta etiam a putrescendo vindicans, ut durent ita per secula (Plin., *Hist. nat.*, lib. XXXI).

« Une substance tout opposée au sel, mais bien plus agréable que lui, c'est le miel, dont la nature est telle, qu'elle prévient toute putréfaction[1]. » Hœfer nous rappelle que « les Assyriens enduisaient les morts de miel et de cire (Strab., XVI). Les corps d'Agésilas, d'Aristolas, furent embaumés de cette manière (Xénophon; Diod. de Sic.; Joseph, *Antiq. jud.*). Le corps de l'empereur Justin fut embaumé avec du miel, mêlé de substances aromatiques. »

Après cette excursion dans les nécropoles antiques et dans le domaine de la conservation des corps, j'en reviens à dire que de tout temps on a pensé que la décomposition des matières végétales, au sein des marais, engendre la fièvre paludéenne, et que la décomposition des matières animales provoque les fièvres putrides et parfois les maladies pestilentielles. A ce que j'ai déjà rapporté sur ce sujet dans la première page de ce volume, j'ajoute maintenant quelques exemples. Je rappelle ces paroles concises au sujet de la nuée de sauterelles abattue sur les côtes d'Afrique : « Vivantes, elles font la famine; mortes, la peste[2]. » Quand Diodore de Sicile parle, au liv. XIV, d'une épidémie qui décimait l'armée d'Himilcon, dans une région marécageuse et *concave,* il ajoute que l'infection des cadavres laissés sans sépulture, et les miasmes des marais voisins, causaient la maladie[3]. Lorsque Vitruve, dans son *Traité d'architecture* (Ier siècle av. J. C.), choisit le terrain destiné à la fondation d'une ville, il recommande surtout de fuir le voisinage des marais, « parce que les vapeurs matinales, attirées par le soleil levant, et chargées de l'haleine vénéneuse des animaux qui s'engendrent dans les marais, se répandraient dans la ville et rendraient ce lieu pestilentiel[4]. »

Les preuves surabondent, d'ailleurs, de cette nocuité attribuée

[1] Mellis quidem ipsius natura talis est, ut putrescere corpora non sinat, jucundo sapore atque non aspero, alia quam salis natura (Plin., *Hist. nat.*, lib. XXII).

[2] Iisdem bestiolis qui vivendo famem fecerant, morte sua pestilentem atrocem excitantibus. (Voir ce texte ancien cité par Carminati, *de Animalium ex mephitibus*, etc., lib. II, cap. II.)

[3] Nam ex insepultorum fœtore et paludum putrefactione, etc.

[4] Deinde evitabitur palustris vicinitas. Cùm enim auræ matutinæ cum sole oriente ad oppidum pervenient, et iis ortæ nebulæ adjungentur, spiritusque bestiarum palustrium venenatos cum nebula mixtos inhabitatorum corpora flatus spargent, efficient locum pestilentem (*de Architectura*, cap. IV).

de tout temps aux décompositions organiques; il serait superflu de les reproduire : c'est la voix tout entière de l'antiquité qui l'atteste. Le plus souvent aussi on ajoutait à ces causes, purement terrestres, une autre action secrète et funeste, émanée des planètes.

Mais comment une matière organique en décomposition devient-elle vénéneuse? Pourquoi aliment aujourd'hui, demain poison? Comment émigre-t-elle dans l'air qui lui sert ainsi de véhicule? Ici tout était inconnu, mystérieux. Estimant que la recherche de ces causes est au-dessus de l'entendement humain, on se bornait presque toujours, dans les moments d'épidémie, à invoquer les dieux : *Eas causas obscuras supra naturam existimantes, diis unice tribuebant.* On éleva, en Italie, des temples à la déesse *Méphitine*[1], et à Athènes au *dieu inconnu* (*deo ignoto*).

Néanmoins, il faut bien reconnaître que parfois on avait recours à des moyens directs pour combattre la décomposition; ainsi Homère rapporte, dans l'*Odyssée,* qu'Ulysse, retournant dans sa maison, ordonna à sa vieille nourrice Euryclée d'apporter du feu et du soufre pour purifier sa demeure souillée par les cadavres des prétendants[2].

On trouve aussi dans Pline que, parmi les pratiques religieuses observées de son temps, il en est une qui avait pour objet de purifier les maisons au moyen des fumigations de soufre[3].

Durant une épouvantable peste qui ravageait Athènes, quelques

[1] Un temple fut consacré, à Rome, à la déesse Méphitine. Devant les remparts de Crémone, un monument avait été également élevé à cette déesse (Tacite, lib. III, cap. XXXIII). On a retrouvé à Crémone même un marbre qui l'atteste; l'inscription est rapportée par Grüter, *Corp. inscript.,* p. 96, n° 10.

Suivant M. Littré, la véritable orthographe de ce nom est *Mefitis*, qui paraît provenir des dialectes italiotes du Samnium où ce nom se donnait aux sources d'eaux sulfureuses et aux divinités qui y présidaient. C'est là l'opinion exprimée déjà dans l'ancien Dictionnaire de Calepinus : « Méphitisme est une puanteur de la terre qui s'échappe surtout des eaux « sulfureuses et corrompues. En Italie, on appelle méphitisme l'infection de la terre sulfu- « reuse, *terræ putor ex aquis maxime sulphuratis atque corruptis proveniens.* »

[2] « Apporte-moi le soufre, bonne vieille; apporte aussi du feu, pour que je purifie la salle (*Odys.*, XXII)..... Les cadavres sont maintenant tous entassés aux portes de la cour; et Ulysse a fait allumer un grand feu et purifie avec du soufre sa superbe demeure (*Odys.*, XXIII). » — Était-ce là une pratique de purification religieuse ou l'application d'un moyen préservateur ? cette dernière supposition paraît la plus vraisemblable.

[3] .... Habet (sulphur) et in religionibus locum ad expiandas suffitu domos (lib. XXXV).

siècles avant l'ère chrétienne, Hippocrate recommande d'allumer de grands feux sur les places publiques. On rapporte que ces feux, entretenus avec des bois résineux et odoriférants, chassèrent la maladie. Quelques auteurs prétendent que ce moyen fut également employé par Acron, médecin d'Agrigente : « Car une puissance médicinale appartient aussi au feu. Il est certain que les feux allumés agissent de plusieurs manières contre la peste occasionnée par l'obscurcissement du soleil[1]. »

Les mauvaises odeurs étant considérées alors comme la principale source des épidémies, on leur opposa des parfums ou des vapeurs âcres et aromatiques. Je rappelle seulement ces passages de Pline :

« Les feuilles de laurier de Delphes, pilées et placées de temps en temps sous le nez, éloignent la peste, surtout si on les brûle[2]. »

Et ailleurs : « Les fumigations de laurier servent, suivant Masurius, de purification après le carnage des ennemis[3]. » Il est vrai qu'en citant cet auteur Pline ne partage pas son opinion.

Le laurier servait même, en Grèce, à signaler aux passants la demeure d'un malade en danger de mort. On entrelaçait à sa porte des branches de laurier et d'acanthe. (Diog. Laërt., liv. IV).

Hérodien, historien très-exact et très-fidèle du troisième siècle, rapporte que, sous le règne de l'empereur Commode, une peste s'étant déclarée, les habitants se conformèrent à l'avis des médecins et firent un usage habituel d'onguents parfumés, d'aromates et de fumigations; il ajoute qu'ils inséraient même les substances odorantes dans les narines et les oreilles[4].

Pour se préserver de la peste encore, on recommandait aux populations de prendre en breuvage la décoction d'une plante ayant quelque ressemblance avec la ciguë et nommée *myrrhis* par les Grecs. (Voir Pline.)

[1] Est et ipsis ignibus medica vis. Pestilentiæ, quæ solis obscuratione contrahitur, ignes si fiant, multipliformiter auxiliari certum est. (Plin., lib. XXXVI).

[2] Laurus Delphicæ folia trita olfactaque subindè, pestilentiæ contagia prohibent tanto magis si et urantur (XXIII).

[3] Quia suffimentum sit cædis hostium et purgatio, ut tradit Masurius (XV).

[4] Voir Alsari Croci, *Providenza Metodica*, cap. VI.

[illegible] appliquent aux phénomènes de [illegible] vue public et général; mais si [illegible] urieux dans le domaine privé et [illegible] devons beaucoup de moyens mis [illegible] organiques de l'altération et les [illegible] était constaté dans l'air; *spira-* [illegible] *Hist. de la chimie.*)

[illegible] travail, je condenserai ici mes [illegible]

[illegible] s grenades avec de la cire et [illegible] ent encore et qui trop souvent [illegible] ont gardé la vivacité, l'éclat [illegible] ire qui forme le vernis protec-

[illegible] s une saumure formée de lessive [illegible] les recettes étaient nombreuses [illegible] ladius (écrivain géoponique du [illegible] les olives sur des claies et d'al- [illegible] pouliot (menthe), versant, entre [illegible] et un peu de sel[1]. »

[illegible] aient conservées à l'aide du sel, [illegible]

[illegible] urtout à conserver les vins grecs; [illegible] rit à aller chercher l'eau dans la [illegible]

[illegible] n des chaussures étaient rendues [illegible] t, riche en tanin, extrait de la [illegible] es grenades. « La noix de galle [illegible] de chêne) et la plus favorable à [illegible] VI.)

[illegible] mégissées, étaient immergées, [illegible] ion d'alun et dès lors devenaient [illegible]

[illegible] et mel et acetum et sales modice, stratura [illegible]

L'alun arrête aussi la putréfaction des plaies[1].

L'amertume des bois les protége contre les tarets; exemple le cyprès. (Plin., XVI).

« Le larix (mélèze) a un suc d'une amertume *véhémente* qui empêche la carie ou les vers de lui nuire[2]. »

La fumée servait parfois à préserver ou à durcir les bois. Lorsque Virgile décrit la charrue antique, il ne manque pas de dire que les pièces de bois divers qui la composent, doivent « être suspendues au foyer et exposées à la fumée pour en éprouver la solidité[3] ».

On ne se douterait guère que l'ail lui-même « était conservé, soit en l'enfouissant dans la paille, soit en l'exposant à la fumée[4] ».

Lorsque César vint dans les Gaules faire le siége d'Alise, il entoura la partie accessible de la place, « avec des pieux ronds de la grosseur de la cuisse, qui avaient été appointés et brûlés par le bout. » (*De bello Gall.*, liv. VII, cap. 73.)

Bientôt vont être rapportées quelques applications plus importantes de la fumée et du charbon.

Les anciens avaient bien observé que les bois résineux, tels que le cèdre, le cyprès, étaient moins corruptibles. Les cercueils des riches étaient préparés avec le premier de ces bois. Les navires étaient enduits et comme cuirassés de poix, *pix... navalibus muniendis.* (Plin. XVI.) On poussait même quelquefois le raffinement dans l'art de la guerre jusqu'à employer à cet usage des résines d'une teinte claire, mais rendues verdâtres par des matières colorantes, de même que les voiles, afin que les éclaireurs qui montaient ces navires fussent dissimulés ainsi par leur couleur même, glauque comme la mer. (Végèce.)

« On extrait du cèdre une huile (résineuse) appelée *cedrium*, qui peut servir à conserver toutes sortes d'objets; ainsi, les livres qui en sont oints, ne sont point sujets aux vers ni à la moisissure[5]. »

[1] Putrescentia ulcerum compescit. (Plin., XXXV.)

[2] Larix vero.... a succo vehementi amaritate a carie aut a tinea non nocetur, etc. (Vitruv., lib. II, cap. IX.)

[3] Et suspensa focis explorat robora fumus (Georg., lib, I, 175).

[4] Vel paleis condita allia, vel fumo suspensa durabunt (Pallad., lib. XII, 6).

[5] Oleum quod cedrium dicitur, nascitur quo reliquæ res unctæ, uti etiam libri, a tineis et a carie non læduntur. (Vitruv., lib. II, cap. IX.)

Cette huile de cedrium servait fréquemment à la conservation des manuscrits qui étaient enfermés ensuite dans des tablettes de cyprès. Lorsqu'on voulait signaler des écrits dignes de passer à la postérité, on ne manquait pas de faire allusion aux propriétés conservatrices du cedrium et du cyprès : « L'homme avide pourra-t-il jamais composer des vers dignes d'être imbibés d'huile de cèdre et renfermés dans une cassette de cyprès[1] ? »

Et Perse : « Il prononça des paroles qui méritaient le cèdre[2]. »

Ce moyen de conservation dénote un grand désir de prévenir l'altération des précieux écrits. Lorsque les papyrus et, plus tard sans doute, les parchemins de Pergame, étaient oints de la sorte et liés ensemble, ils n'offrâient qu'un amas de feuillets jaunis (*flavus cedro liber*, Ovide.)

On prévenait la décomposition de la laine, en détruisant, sur le mouton même, les acarus qui la dévorent. « A Carthage, on voit une fontaine sur laquelle nage une huile qui a l'odeur de la râpure de citron, et dont on a coutume d'oindre le bétail[3]. » Qui n'a reconnu à ce caractère l'une de ces huiles minérales (naphte, pétrole) indiquées récemment pour éloigner les acarus ? Pline conseille simplement la poix : « elle est très-efficace contre la gale des chiens et des bêtes de somme[4]. »

Caton l'Ancien (200 environ av. J. C.) recommandait de conserver le bois et de préserver les vêtements des teignes, en employant l'*amurca*, c'est-à-dire le marc d'huile d'olives, astringent et oléagineux : « Si vous voulez empêcher les teignes de ronger vos vêtements, renfermez ces vêtements dans une armoire dont vous aurez d'abord enduit l'intérieur, l'extérieur, les angles et les pieds, avec de l'*amurca*, réduite de moitié par la cuisson. En agissant ainsi, les teignes ne les attaqueront point. Cette même substance, répandue

[1] . . . . . Speramus carmina fingi
Posse linenda cedro, et levi servanda cupresso. (Horat.)

[2] Et cedro digna locutus. (Pers., I, 42.)

[3] Carthagine fons est in quo natat insuper oleum odore ut e scobe citreo ; quo oleo etiam pecora solent ungi. (Vitr.)

[4] Præstantissimum ad canum et jumentorum scabiem. (Plin., XXIV.)

sur tous vos meubles de bois, les préservera de la pourriture, et, en les frottant, vous les rendrez brillants[1]. »

La conservation opérée à l'aide de matières grasses était très-usitée. Non-seulement on se servait de cire, de poix, de l'huile résineuse de cedrium, mais on employait aussi l'huile parfumée de nard[2]; c'est ainsi que la statue de Diane, conservée pendant des siècles dans le célèbre temple d'Éphèse, était en bois d'ébène ou de vigne, « arrosée avec de l'huile de nard, au moyen de nombreux petits trous qui permettent au fluide préservateur (*medicatus humor*) de la fortifier et d'en maintenir les jointures[3]. »

On avait recours souvent encore, non plus aux huiles parfumées, mais aux huiles ordinaires. « On considère la vieille huile comme propre à garantir l'ivoire de la carie. Il est de fait qu'à Rome une statue de Saturne est intérieurement remplie d'huile[4]. »

Une légère couche d'huile d'olives recouvrait les amphores de vin pour préserver ce liquide du contact de l'air et s'opposer par là à sa transformation en vinaigre. En visitant la Toscane, j'ai pu voir que cet usage est encore pratiqué aujourd'hui dans quelques localités[5].

Mais le plus souvent on ajoutait au liquide vineux en fermentation (*in primo fervore*) de la poix qui communiquait au vin son parfum empyreumatique, trouvé sans doute très-délicat par les gourmets de ce pays et de ce temps. C'est dans le même but que Caton et Columelle engagent les propriétaires à poisser les réservoirs (*picare dolia*) destinés à conserver le vin[6]. La poix de Calabre (de

[1] .... Et item ligneam suppellectilem omnem si ungues, non putescet et cùm eà terseris splendidior fiet. (*De re rustica*, XCVIII.)

[2] Le *nard* est un arbrisseau (valeriana). Les anciens distinguaient plusieurs sortes d'huiles de nard. La *lavande* était un pseudo-nard utilisé dans les bains publics et privés; mais l'huile de nard véritable avait une fragrance suave qui servait à parfumer les pommades des Romains, — unguenta quibus Romani solebant capillos delibutos gestare. (Calepinus.)

[3] Mucianus..... adjicit multis foraminibus nardo rigari, ut medicatus humor alat, teneatque juncturas. (Pl., lib. XVI.)

[4] Existimatur (veterum oleum) et ebori vindicando a carie utile esse. Certe simulacrum Saturni Romæ intus oleo repletum est. (Lib. XV.)

[5] L'indication de cette pratique a été renouvelée au commencement du XVe siècle par le médecin Saladin d'Ascalo, qui renfermait sous l'huile des sucs susceptibles d'une rapide décomposition. (Voir son *Aromatorium compendium*.)

[6] A l'exemple des Grecs, les Romains renfermaient habituellement l'huile et le vin dans

Bruttium) a la plus grande réputation. Les Grecs ajoutaient au vin un peu de myrrhe pilée. « La Grèce emploie l'argile, le marbre, le sel ou l'eau de mer pour adoucir les vins. Une partie de l'Italie se sert de la poix Rabulane; au surplus, l'Italie tout entière, ainsi que les provinces limitrophes, traitent habituellement les vins par la résine[1]. »

Les huiles essentielles contenues dans la poix sont effectivement antiseptiques; c'était le condiment et comme l'épice conservatrice des vins, *conditura vinorum*. Chaptal va jusqu'à admettre que ce motif a fait autrefois consacrer le pin à Bacchus. Il est certain que, de nos jours encore, on conserve le vin et on lui donne un parfum agréable, en le faisant séjourner sur des copeaux de bois de sapin. Le vin ainsi traité laisse seulement, dit l'un de nos anciens auteurs français, *un remords sur la langue*.

Palladius s'attachait à rappeler surtout les soins qu'il fallait apporter dans le choix de la poix, « afin que les vins ne fussent pas viciés par son amertume; » il rappelait encore l'utilité d'adjoindre une livre de cire à dix livres de poix, non-seulement pour donner à celle-ci plus de douceur, mais encore pour empêcher cet enduit de s'écailler, par l'action du froid, dans l'intérieur du réservoir (Pall., lib. X).

Plusieurs siècles avant Palladius, Caton l'Ancien, imitant en cela les Grecs, avait aussi prescrit d'enduire de poix les vases destinés aux vins. Le sévère Caton, qui aimait le vin, au dire d'Horace (Od., *ad amphoram*), ne manque pas de consacrer plusieurs pages de son très-laconique Traité agricole aux moyens de préparer et de conserver la précieuse liqueur; il indique notamment « la manière de faire disparaître la mauvaise odeur des vins, en faisant fortement chauffer un morceau de tuile qui n'a pas encore servi, l'en-

des vases en poterie cuite, de diverses grandeurs (*lágena*, bouteille; *amphora*, 20 à 26 litres, etc.). Le restaurant situé en face des bains publics, dans les ruines de Pompéi, nous montre encore intactes aujourd'hui les grandes jarres autrefois remplies de vin. Ces poteries épaisses, à panse rebondie, à large ouverture, sont semblables aux vases qui servent actuellement à conserver l'huile en Provence et en Italie. Le tonneau en bois paraît d'origine gauloise.

[1] Italiæ pars aliqua Rabulana pice : ac resina condire musta vulgare est ei, provinciisque finitimis. (Pl., XIV.)

duisant de poix et, après l'avoir attaché au moyen d'une corde, le laissant plongé jusqu'au fond du vase, tenu fermé pendant deux jours[1]. »

Il n'y a qu'un pas de cette indication à l'*enfumage* des vins, enfumage analogue sans doute au *soufrage* de nos jours.

Dans sa douzième satire, Martial dit : « Il nous apporte un vin détestable puisé au fond d'une bouteille enfumée[2]. »

Et Ovide : « Les vins qui ont emprunté leurs propriétés aux vases enfumés[3]. »

Il y avait des laboratoires (*fumaria*) où l'on enfumait les vins. Calepinus, qui connaît bien l'antiquité latine, définit ainsi le Fumarium : « Un local qui servait à traiter les vins par la fumée ou bien à hâter la dessiccation des bois[4]. »

Pline aussi parle des vins de la province narbonaise, « qui subissent, dans l'officine, l'action de la fumée[5]. »

Martial s'attaque violemment dans ses satires aux vins qui sortaient alors des *fumaria* de Marseille : « Tous les vins que renferment les *fumaria improba* de Marseille ne doivent leur âge qu'à l'action du feu[6]. » Dans une autre satire, parlant dédaigneusement de ce *Massilianum* (vin de Marseille), il dit : « Puisque ta sportule amène à ta porte cent de nos concitoyens, tu peux bien te débarrasser ainsi de tes vins enfumés de Marseille[7]. » On sait qu'à Rome ce

[1] Odorem deteriorem demere vino si voles, testam de tegula crassam puram calfacito in igni bene.... (*Cato*, CX.)

[2] Fumosæ feret ipse tropin de fæce lagenæ. (Martial, XII, 84.)

[3] Fumoso condita vina cado.

[4] Locus ubi vina fumo condiebantur, aut ubi ligna festine siccantur.

[5] Quoniam officinam ejus rei fecere tingentes fumo. (Lib. XIV.)

[6] Improba Massiliæ quicquid fumaria cogunt,
Accipit ætatem quisquis ab igne cadus.... (Mart., *in Munnam*, lib. X.)

Calepinus, après avoir répété ces deux vers de Martial, ajoute : Nam vina fumo præcocem trahunt maturitatem et celerius vetustescunt, ut docet Colum., lib. I, cap. VI, — *car les vins acquièrent par la fumée une maturité précoce et vieillissent plus promptement, ainsi que l'indique* Colum., liv. Ier, ch. VI. — Mais en se reportant à ce livre Ier, on trouve que Columelle décrit une ferme et ne parle du fumarium que pour dire *que là sont desséchés les bois récemment coupés* (fumarium quoque quo materia, si non sit jam pridem cæsa, festinato siccetur). Il ajoute que ce fumarium doit être placé à côté du local destiné aux bains des ouvriers. (Voy. Calep., éd. du P. Chifflet, 1681.)

[7] Fumea Massiliæ ponere vina potes. (Mart., lib. XIII.)

nom de *sportule* était donné à la distribution de vivres faite par les riches citoyens à leurs clients.

Caton recommande de conserver les vins, non-seulement à l'aide des résines froides ou chauffées sur un fragment de tuile, mais à l'aide du soufre[1].

Nous avons constaté déjà, *ab antiquo,* les propriétés purifiantes des vapeurs sulfureuses. Serait-il téméraire de reconnaître ici l'action conservatrice de ces vapeurs, plutôt que celle du soufre lui-même? J'ajoute que les anciens faisaient déjà servir les vapeurs sulfureuses au blanchiment de la laine. Mais ce n'est pas mon sujet.

Après l'acide sulfureux ainsi utilisé, il faut placer un autre acide, le vinaigre, qui devait aussi jouer un rôle important comme agent antiseptique, puisque Pline lui accorde même la propriété de paralyser le venin du serpent (XXIII).

Toutefois, si j'en croyais un auteur très-érudit[2], ce serait Avicenne surtout (xe siècle) qui aurait insisté sur l'action efficace du vinaigre en temps d'épidémie. C'est là une erreur qui paraît évidente. Les anciens usaient de vinaigre pour combattre les épidémies. Je trouve en effet dans Celse, qui écrivait au premier siècle de notre ère son important Traité *de re medica*, les mots suivants à propos du traitement des cholériques : « Il convient de leur faire respirer du pouliot (*espèce de menthe*), infusé dans du vinaigre[3]. »

Le vinaigre servait ordinairement à d'autres usages : quelques-uns conservent les légumes dans des vases de terre qu'ils remplissent de vinaigre, et mettent ensuite ces vases dans la cendre. « On conserve les lentilles, dit Caton (CXVI), en faisant infuser du *laser*[4] dans du vinaigre, mettant les lentilles dans ce vinaigre. Trempées ensuite dans l'huile et séchées au soleil, elles se conservent parfaitement. »

Je termine cette longue nomenclature en signalant un moyen qui

[1] Cato facit et sulphuris mentionem, resinæ vero in novissimis. (Plin., XIV.)

[2] Qua de re non desunt auctores qui Avicennæ opinioni adhærentes acetum quoque laudant in præservatione a peste. (Lancisi, *de Noxiis paludum*, etc., 1717.)

[3] Admovendum naribus est pulegium ex aceto. (Lib. IV.)

[4] Espèce de résine aromatique.

dénote, chez les anciens, la connaissance des propriétés absorbantes et antiseptiques du charbon.

Palladius rapporte, d'après les Géoponiques grecs, que lorsqu'un animal est tombé dans un vase plein d'huile et communique à celle-ci une odeur viciée, il faut y mettre une poignée de coriandre. Si ce remède n'est pas suffisant, « il y a des personnes qui y font éteindre souvent des charbons de bois d'olivier enflammés[1]. »

La nécessité de mettre obstacle aux transformations des matières organiques s'est donc manifestée de tout temps sous ces deux formes : 1° prévenir les grandes décompositions qui exercent une action funeste sur les populations agglomérées ; 2° s'opposer, dans la pratique usuelle et quotidienne, à l'altération des substances destinées aux usages domestiques.

Après avoir rappelé les observations faites par les anciens sur ce double sujet, il est permis de tirer cette conclusion que les baumes, les résines, la poix, la cire et l'huile étaient, avec le sel et le soufre, les principaux agents de conservation. Ainsi, les résines conservaient les momies ; la poix préservait le bois des vaisseaux, chassait les acarus, protégeait les vins par ses enduits ou ses vapeurs ; le baume onctueux du cèdre éloignait la carie de tous les objets qui en étaient imprégnés ; les vapeurs résineuses réagissaient, dans la crémation, contre les effluves des matières animales brûlées.

Dans les temps qui suivirent la chute de l'empire romain, il y eut un obscurcissement presque complet des idées scientifiques. Il faut avancer jusque vers le treizième siècle, pour voir parmi nous l'ombre se dissiper graduellement ; mais encore ce n'était qu'agitation dans les ténèbres. Je ne vise sans doute ici que les recherches relatives aux phénomènes de décomposition et de conservation organiques ; mais la marche de cette étude est parallèle à la marche des sciences naturelles. Plus que les autres recherches même, celle-ci s'impose au moyen âge qui voyait les populations décimées par des épidémies incessantes.

Du treizième au dix-huitième siècle, on fait des observations, des

[1] Quidam... incensos oleaginos carbones in ipso oleo frequenter extinguunt. (*Pall.*, lib. XII, 20.)

expériences sans nombre, sous l'aiguillon du fléau; mais quelles expériences et quelles observations! Dans cette région inconnue des fermentations, des décompositions, des épidémies, on émettait surtout des théories et des hypothèses plus propres à cacher l'erreur qu'à révéler la vérité.

C'est à l'étude des moyens proposés pour prévenir la putréfaction et à en déterminer la nature durant cette période de cinq siècles, que sera consacré le chapitre suivant.

CHAPITRE II

Suite de la même étude. — Période hermétique ou alchimique (du XIIIe au XVIIe siècle). — Causes auxquelles sont attribuées la putréfaction, les maladies épidémiques. — Vincent de Beauvais, etc. — Becher, analyse de ses recherches, l'esprit balsamique du sang, l'archée. — L'air contient des petits œufs; il est la matrice commune des êtres. — Antisepticité du froid et du sulfate de fer. — Van Helmont et Stahl; les ferments; l'action de l'air dans les décompositions. — Action conservatrice du soufre, de la résine et du sel. — Antisepticité du feu, de la poudre à canon, du vinaigre, du vitriol (acide sulfurique). — Antidote de Mithridate. — Pilules *de tribus*. — Action préservatrice des émanations putrides (!). — Effluves animés de Lancisi. — Action du mercure et des sels mercuriels. — Bichlorure de mercure conseillé par Homberg pour la conservation des bois.

La science chimique au berceau, c'est l'alchimie arabe importée chez nous à la suite des croisades. Quelques auteurs prétendent que les élucubrations alchimiques ont été d'abord *infusées* par les Arabes vainqueurs dans l'Espagne conquise (du IXe au XIe siècle), qui les a propagées dans le reste de l'Europe, grâce aux enseignements des écoles, célèbres alors, de Grenade, de Séville, de Murcie, de Cordoue, etc.

Ainsi transplantée, la science a conservé encore la plupart des exagérations et des imaginations permises aux habitants de son pays d'origine; elle tient parfois de la cabale et recourt même à la conjuration des esprits. L'alchimiste est souvent un illuminé qui croit surtout à l'extraordinaire, à l'impossible. En poursuivant ardemment ses chimères, il rencontre parfois des réalités très-utiles et imprévues[1]. Bacon comparait l'alchimiste au laboureur qui fouillerait la terre en vue de découvrir un trésor caché; à force de retourner le sol, il parvient à le rendre fertile.

[1] L'antimoine, *Currus triumphalis antimonii* (Basile Valentin, XVe siècle); le mercure modifié, l'acide sulfurique, l'acide muriatique, l'acide nitrique, l'eau régale, etc.

Cette nuée de travailleurs obscurs, enthousiastes, livre donc des composés nouveaux à la médecine et à la chimie future : quelques rayons sur tant d'ombres! Ces grands remueurs d'idées et de substances dédaignaient tout ce qui n'était pas l'objet de leurs études. C'est ainsi qu'on se figure Bernard Palissy près de ses fourneaux, l'œil fixé sur un but plus humble et plus pratique, il est vrai, mais absorbé aussi, ardent, opiniâtre, sacrifiant sommeil, repas, et brûlant même son mobilier pour assurer le succès des opérations. En France, au XVIe siècle, les alchimistes étaient légion. Un de leurs contemporains, docte et froid, éprouve lui-même l'attraction de leurs doctrines : « Il faut qu'il y ait des merveilles secrètes et ca-« chées particularités dans cette science, — écrit-il en 1580, — « telles que pour la servitude, langueur, chagrin et perte, qui sont « pour la plupart compaignes des alchimistes, on n'en peut dé-« gouster la plus grand part de nos François qui y sont tellement « acharnés que si Sa Majesté vouloit dresser armée contre le Turc, « et y envoyer tous ceux qui se meslent de la soufflerie, les deux « parts et le quart de son royaume se trouveraient de la partie[1]. »

Aujourd'hui, nous avons grand'peine à lire ces ouvrages alchimiques écrits en style obscur, emphatique et figuré (l'or, c'est le soleil; l'argent, la lune; le cuivre, Vénus, etc.). Pour rendre les abords de la science plus difficiles, ils avaient ainsi de *guet-apens* obscurci leur doctrine : l'expression est de Thevet.

Depuis le XIIIe siècle jusqu'au XVIIe surtout, les alchimistes poursuivent deux chimères principales : 1° la découverte de la *pierre philosophale,* qui doit permettre la transmutation des métaux en or pur; 2° et aussi la découverte d'un remède universel ou *panacée universelle* pour prolonger la vie humaine, estimant que c'eût été un résultat incomplet que de découvrir le grand œuvre et d'acquérir la richesse, si les bornes de la vie n'étaient pas reculées pour en jouir[2].

Cette recherche de l'élixir de vie ou *élixir philosophal,* surexcitant

[1] Thevet, *Vie de l'alchimiste arabe Geber.*

[2] « La santé est absolument nécessaire au bonheur de l'homme; sans elle, tous les thrésors et richesses sont inutiles. Celui-là seul est heureux qui possède la santé et les richesses. » (Glauber, alchimiste, *Traité de la médecine universelle ou le vray or potable*, 1659.)

le zèle des alchimistes, provoqua aussi la découverte d'une foule de remèdes et ramena l'étude sur les matières organiques, leur décomposition, les moyens de la prévenir ou d'arrêter les terribles épidémies qu'elle détermine. Sur ce dernier point, les imaginations ont encore libre carrière. « Les premiers alchimistes arabes semblent avoir adhéré à l'opinion que les éléments des corps étaient sous l'empire d'êtres surnaturels que l'homme pouvait parvenir à dompter. Les gnomes, les sylphes, les salamandres et les nymphes représentent les agents surnaturels qu'on supposait pouvoir être dominés par les hommes et soumis à leurs volontés[1]. »

Un auteur illustre du XIIIe siècle, Vincent de Beauvais, qui était à son époque une véritable encyclopédie, dit aussi que l'atmosphère voisine de la terre est peuplée de corpuscules vivants, de petits démons aussi nombreux que les poussières aperçues dans un rayon de soleil, *sicut radius solis minutissimis pulvisculis.* « Ces corps ne sont pas là à l'état de repos, mais animés d'un mouvement incessant; ils volent dans ce milieu, le traversent en tous sens; et si la divine Providence les a cachés à nos regards imparfaits, c'est afin que nous ne fussions pas plongés dans une insupportable épouvante[2].»

Je n'ai pas la prétention de rapporter ici toutes les idées singulières émises à propos de la putréfaction et des maladies pestilentielles qui en étaient la conséquence. L'esprit investigateur de Bacon de Verulam pressentait les vérités merveilleuses cachées dans ces phénomènes de la décomposition organique.

La genèse des épidémies était généralement attribuée, comme dans l'antiquité, à ces deux sources : le fléau avait une origine supérieure (*la sidération*), c'est-à-dire que la conjonction sinistre des planètes ou l'apparition de quelque comète venait perturber notre monde sublunaire; il avait aussi une origine terrestre, et celle-ci surgissait de la décomposition des corps morts (*pestes inférieures*).

[1] H. Davy, *Philosophie chimique.*

[2] Speculum mundi, cap. CXIV, lib. IV. — C'est étrange, mais aujourd'hui nous tenons le même langage, en remplaçant toutefois les mots de *petits démons* par ceux de *particules* ou de *germes animés*, que le microscope nous a permis de constater dans l'air voisin de la terre. Voir ci-après les indications de Becher.

Qui dit peste inférieure dit putréfaction[1] : les auteurs confondaient toujours, dans un même examen, ce double phénomène, croyant par là unir l'effet à la cause. Sans les suivre pas à pas sur le terrain mixte qui tient de l'astrologie, de l'alchimie et de la médecine, il faut bien entrer dans quelques détails, laissant d'ailleurs de côté la question astrologique qui n'a rien à faire ici. Une seule remarque ingénieuse sur ce dernier point : certains écrivains (que j'ai oublié de noter) estimaient que l'influence des astres était telle, à certains moments, que ces astres aspiraient, *humaient* l'atmosphère impure cachée dans l'intérieur de la terre : l'exhumation de cette atmosphère déterminait les épidémies.

Dans les premières années du XVIIe siècle, Diemerbroëck, médecin batave, crut pouvoir indiquer une source du mal. C'était bien encore la putréfaction qui déterminait la maladie, mais cette putréfaction était engendrée dans des conditions spéciales. Pendant la terrible peste de Nimègue, il avait le soin d'un hôpital de cette ville. Suivant son observation, « les maisons qui avaient été préservées de la peste se voyaient tout à coup envahies par elle, lorsqu'on avait pratiqué les lavages des linges avec l'eau savonneuse (*aquâ sordidâ et sapone*). Ce jour-là même, le lendemain, ou le troisième jour, ces maisons étaient corrompues de peste. Les malades attribuaient la première et la plus grave atteinte du mal aux émanations de ces eaux savonneuses (*fœtorem aquæ saponatæ illis primam et maximam alterationem intulisse*). Moi-même, dit-il, j'ai eu la triste preuve de cette vérité (*infelix experientia docuit*) dans mon hôpital où, après des lavages de linges, la plupart des domestiques furent frappés de la maladie (*post lota linteamina, gravem alterationem perceperunt plerique domestici*)[2].

[1] « Quand l'air a changé sa nature propre et s'est décomposé, on l'appelle pestilentiel, — aër autem a substantiæ suæ temperamento in putredinem, seu quamlibet pessimam qualitatem mutatus, pestilentialis vocatur (*Speculum mundi*). »

« Putredini permista erat pestilentia, — la peste mêlée à la putréfaction. » (Jul. Palmerius, *de morb. contagiosis*, 1580.)

« L'air ne doit pas être nuisible comme il l'est dans les localités remplies de nombreux cadavres non brûlés à la suite des batailles, car la peste suit de près. — Aër... ne sit infestus, cujusmodi esse solet in locis cadaverum non crematorum multitudine refertis, sicut post prœlia contingit; nam hunc pestis fere subsequitur. » (Zacch. Sylvius, *Schola salernitana*, 1648.)

[2] Diemerbr., *Tract. de peste*, lib. I, cap. III. Nimègue, 1683.

Les auteurs contemporains s'emparèrent de la révélation de Diemerbroëck, et, croyant voir sortir la peste de tels liquides corrompus, ils répandirent partout cet avertissement. Notre répulsion pour les eaux savonneuses n'a pas d'autre origine.

On croyait encore que « l'air pestilentiel, très-pesant, après avoir pénétré en nous par la respiration, causait un grand dommage au cerveau, obstruant les canaux que ne pouvait plus parcourir l'esprit vital[1]. »

Becher est le premier *physicien*, comme on disait quelquefois alors, qui ait fait sur la putréfaction une étude vraiment hors ligne et aussi approfondie que le comportait le temps où il vivait. Il estime que la décomposition des corps « est occasionnée par le feu astral, tel que celui des comètes, dont les influences onctueuses et sulfureuses ne laissent aucun doute sur l'émanation d'une infinité de corpuscules qu'elles répandent sur les corps; il n'est donc pas étonnant qu'une seule comète soit capable d'infecter la plus grande partie de cet univers, surtout si l'on considère combien d'effets peut produire la moindre portion de ferment sur une quantité considérable de liqueur propre à fermenter et à se raréfier (gazéifier). Cet effet se répandant de proche en proche mettrait tout l'Océan en fermentation[2]. »

Cette idée de l'action formidable des ferments est déjà bien remarquable.

Suivant Becher, l'homme vivant et sain résiste à ces décompositions, à ces altérations, parce qu'il leur oppose une force qui est en lui, l'*esprit balsamique du sang;* c'est ce que l'alchimiste Van Helmont, à la même époque, appelait l'*archée* ou l'*esprit vital* qui pénètre les corps. Aujourd'hui, nous sommes tout aussi explicites quand nous disons qu'aux agents extérieurs d'altération nous opposons la *force vitale.* Mais je poursuis ces citations dignes de remarque.

[1] Quando enim aër hujusmodi sordibus inquinatus per inspirationem trahitur, spiritus inficit, ac maximam cerebro noxam suggerit viarum spiritus obstructione, facultatis animalis transitum prohibens. (Zacch. Sylvius, *ut suprà.*)

[2] *Physica subterranea*, 1669, par Becher (né à Spire, 1628). Les passages que je rapporte ici sont empruntés à la traduction et à la dissertation faites par Gardane, en 1769, dans un petit volume devenu très-rare. Becher était plongé à ce point dans l'art hermétique, qu'il avait proposé au gouvernement hollandais de transmuter en or tout le sable des dunes.

§ 27. « Comme l'atmosphère est toujours chargée de différents œufs attirés par cette espèce d'*aimant animal*, il s'ensuit nécessairement que le nouveau germe déposé dans les corps corrompus doit y subir des changements et reproduire une nouvelle espèce. De là vient la génération des insectes et des autres êtres vivants auxquels la putréfaction donne naissance.

§ 28. « Il faut donc rechercher dans l'air la cause de la reproduction des insectes. Entre plusieurs raisons qui le démontrent, il nous suffit de rapporter l'expérience faite dans la citadelle d'Herbipol, par ordre de l'électeur de Mayence, pour combattre le vide admis par le P. Valérien; car si réellement il se faisait le vide en quelque endroit, il ne pourrait s'exciter aucun mouvement de putréfaction ou de corruption. Voici comment on s'assura du contraire : Otto de Guerike, citoyen de Magdebourg, ayant donné le moyen de faire le vide par la machine pneumatique, on plaça des viandes sous le récipient et on luta bien les vaisseaux. Au bout de quelques jours, ces viandes commencèrent à se corrompre; il parut des vers qui croissaient à mesure, mais qui ne purent vivre et se mouvoir qu'au moment où on déluta les vaisseaux. Glauber assure encore que les corps corrompus ne se changent en animaux vivants que lorsqu'ils sont exposés à l'air libre, ce qui prouve manifestement que le mouvement de ces animaux leur vient de l'air comme d'une *matrice commune*.

§ 29. « Nous venons de suivre la putréfaction depuis l'instant où les chairs sont privées de leur *baume vital* jusqu'à ce que, réduites en matières putrides et sanieuses, elles aient pu favoriser la reproduction des insectes..... La diversité des espèces dans la génération de ces animaux paraît dépendre de l'air qui en dépose les œufs, et de la matière putrescible qui favorise leur incubation.

« En effet, — ajoute Becher saisi à ce moment par quelque étrange croyance de son temps, — en effet, la chair de canard pourri donne naissance au hibou, la moelle épinière produit des serpents; on trouve des vers dans quelques eaux corrompues, etc. »

Becher avait aussi observé que si l'air et l'eau étaient nécessaires au développement de la décomposition organique, la chaleur n'était pas moins indispensable :

§ 14. « Le grand froid est encore antiseptique. Les suppliciés attachés aux fourches patibulaires de Stockholm se conservaient tout l'hiver sans se corrompre; je l'ai observé moi-même sur le corps d'un de ces malheureux... »

Le même auteur signalait aussi, parmi les antiseptiques, d'autres agents que le froid; il rappelle les antiseptiques anciennement connus, auxquels vient s'ajouter un antiseptique nouveau, le sulfate de fer :

§ 19. « Le vitriol de Mars (*sulfate de fer*) a une vertu si balsamique, l'alun, le nitre, le sel commun, sont si souverains dans ces cas, qu'il n'est besoin d'aucun stegnotique (astringent), d'aucun autre incarnatif. Quant au vitriol, il cicatrise les blessures, il est antiseptique, etc. »

On peut résumer, ce me semble, l'œuvre importante de Becher, en disant que s'il attribuait parfois la décomposition organique à une cause astrale, il admettait surtout qu'*un corps, lorsqu'il est privé de l'esprit balsamique du sang, attirait comme un aimant naturel les différents œufs dont l'air est chargé, parce que l'air est comme la matrice commune de ces nouvelles générations.* Voyant ces êtres nouveaux surgir du cadavre, il disait que *la vie est prise au sein de la mort, — quæ tuæ causa fuit vitæ, illa quoque fuit mortis.*

Quelles étonnantes coïncidences! ces idées de Becher, que je viens d'exposer à dessein avec quelques détails, sont les rudiments de celles-là mêmes que la science la plus avancée professe aujourd'hui. L'esprit humain se meut-il dans un même cercle? Becher disait alors de la vie, transmise comme il vient d'être expliqué, ce mot que j'appliquerai aux théories renaissantes : *circulus æterni motûs*, c'est un cercle de mouvement éternel.

Durant cette période alchimique et au moment où cette science était vraiment devenue épidémique, naissait à Bruxelles (en 1577) Van Helmont, célèbre docteur qui se livra à une étude plus spéciale de la fermentation des matières organiques; il appelait la fermentation la *mère des transmutations.* Il fait à ce sujet deux remarques essentielles et dignes d'être notées : la première, c'est que la présence de l'air est indispensable aux fermentations et décomposi-

tions organiques; le raisin ne fermente pas, dit-il, tant que son enveloppe protectrice préserve son jus du contact de l'air; mais la fermentation s'établit dès que la pellicule est déchirée. En cela il précisait l'observation faite déjà par les anciens, à savoir que l'air imprime des modifications aux matières organiques; ce que Macrobe appelait *la contagion de l'air sur le vin*[1]. La deuxième remarque de Van Helmont est relative à un esprit ou air qu'il aperçoit s'échappant des matières en décomposition : c'est le gaz acide carbonique[2], nommé avant lui *esprit sylvestre*, et comme qui dirait sauvage, parce qu'il rompt tout et devient incoërcible.

L'œuvre de Van Helmont a été étudiée avec soin et développée tout récemment devant l'Académie des sciences par l'un de nos plus savants chimistes, membre de cette académie[3]. Je ne puis que renvoyer à cet excellent travail, en constatant seulement ici que les idées de Van Helmont sont parfois bien étranges et tendent à prouver qu'il y a plusieurs espèces de ferments, parmi lesquels les ferments-odeurs : « Ces ferments s'élèvent du fond des marais, produisent des grenouilles, des animaux à coquilles, des limaces, des herbes, etc. »

Mais le célèbre et spiritualiste Stahl, né en Allemagne (1660), étudie avec plus de soin et plus de fruit les phénomènes de la décomposition organique; il poursuit, il développe l'œuvre de Becher et distingue trois fermentations :

1° La fermentation spiritueuse (alcool);

2° La fermentation acide (vinaigre);

3° La fermentation putride (ammoniaque).

Ce qui détermine la plupart des fermentations, c'est le ferment. Notre auteur considère le ferment plutôt comme un agent physique que chimique : « animé lui-même de mouvement, il le communiquait à la matière fermentescible; il ne le considérait pas comme essentiel à la fermentation, parce que, malgré l'importance que Van Helmont avait attribuée au levain de la pâte, Stahl reconnaissait parfaite-

[1] Agricolæ removentes a vino aëris contagionem. (Lib. VII, *Saturn.*)

[2] Van Helmont a le premier donné le nom de *gaz* aux fluides aériformes. Ce mot vient du hollandais *ghoast* qui veut dire *esprit*. (Lavoisier, *Précis historique sur les émanations.*)

[3] M. Chevreul, *Compt. rend. de l'Acad. des sc.*, t. LXXIV, p. 409, en 1872.

ment que la pâte de froment, abandonnée à elle-même un temps suffisant, fermente naturellement sans addition [1]. »

M. Chevreul extrait de la *Zymotechnia fundamentalis* de Stahl cette définition du ferment que je traduis ainsi :

« On appelle ferment une matière animée de mouvements pressés et formée d'éléments déliés, mobiles, qui se séparent, se débarrassent des substances grossières, glutineuses, inactives, par la promptitude de leurs mouvements. »

La part ainsi faite aux recherches des alchimistes et des physiciens, il faut voir maintenant le contingent apporté par la médecine; les médecins d'ailleurs formaient la phalange la plus intelligente des alchimistes. Quelques noms et quelques indications des hermétiques purs trouveront place encore dans les pages qui vont suivre.

Durant la période étudiée ici tous les moyens empiriques pour combattre la décomposition organique et le venin pestilentiel furent employés; et d'abord le *feu* avec des bois résineux qui avait été recommandé par Hippocrate, « le feu qui sans le moindre doute dissout, entraîne les matières viles et nuisibles contenues dans l'air [2]. » Je citerai seulement un exemple : pendant la peste de Venise, en 1488, le Doge ordonna aux habitants d'allumer des feux avec des bois odoriférants, non-seulement dans leurs demeures, mais sur les places publiques. On rapporte que la peste cessa bientôt après l'exécution de cette mesure salutaire.

Alsari Croci, qui me fournit cet exemple, est saisi d'un étonnement profond en voyant Arnaud de Villeneuve (1311), l'un des plus brillants maîtres de l'école de Salerne et l'un des plus savants hermétiques, déclarer dans ses œuvres que cette pratique devait accroître au lieu de diminuer le mal, « parce que rien n'était plus propre à développer la décomposition que la chaleur de l'air et la chaleur infusée dans les substances elles-mêmes. »

Cette confiance dans l'action purifiante du feu était loin d'être absolue; elle n'était pas absolue non plus, celle que l'on témoignait à la fumée de la poudre à canon. Néanmoins, on recommandait de

[1] Chevreul, *ut suprà*, p. 909.

[2] Ignis aërem purgat..... ut non sit ambigendum, crassum, noxiumque aërem ab igne validissime dissolvi atque purgari. (Lancisi, lib. I, cap. v, *de noxiis paludum effluviis.*)

faire détoner, en temps d'épidémie, un grand nombre de pièces d'artillerie, le matin et le soir, au moment du crépuscule, « parce qu'on ajoute ainsi à l'effet du choc impétueux produit au sein de l'air, la flamme elle-même et l'odeur de la poudre composée de substances hostiles à la décomposition, telles que le soufre, le nitre, de façon que les corpuscules aériens doivent être chassés ou consumés[1]. »

L'agent antiseptique ou le préservatif qui a inspiré le plus de confiance au moyen âge, c'était le *vinaigre* soit pur, soit imprégné de substances aromatiques (vinaigre des quatre voleurs[2]) : encore un plagiat fait à l'antiquité. Rappelons-nous le vinaigre de menthe indiqué par Celse contre le choléra. Avicenne avait donné ou plutôt reproduit cette indication qui fut largement mise en pratique. Cet alchimiste pensait qu'en temps de peste le vinaigre pris avec la nourriture ou comme boisson préserve de toute atteinte. Un autre auteur ajoute : « parce que le vinaigre empêche complétement la décomposition des humeurs[3]. » Après avoir aromatisé le vinaigre, on en imbibait des fragments de linge introduits dans les narines et les oreilles; « ce mélange, par son exhalaison bienfaisante, fortifie et remplit, de telle sorte que le venin aérien, s'il n'a point été absorbé en même temps que la salive, se trouve ainsi en partie intercepté, en partie modifié[4]. »

Projeté sur des pelles rougies au feu, le vinaigre constituait des fumigations antiseptiques très-employées. Non-seulement il servait à ces usages extérieurs, mais, je le répète, on le buvait : « Nous ordonnons aux fermiers et aux moissonneurs de le boire, après l'avoir coupé d'eau, et aux habitants des villes d'y ajouter des aromates[5]. »

Les anciens règlements du lazaret de Marseille prescrivent les fumigations de vinaigre : les lettres et les vêtements suspects des Levantins sont, ainsi que les individus eux-mêmes, soumis à ces fumi-

[1] Alsari Croci, *Providenza metodica*, capitolo 8°, Roma, 1630.

[2] Vinaigre avec absinthe, menthe, romarin, girofle, ail et camphre, toutes substances antiseptiques.

[3] Acetum vel maximæ humorum putrefactioni resistit. (Sylvius.)

[4] Benigno halitu implet et firmat; unde aëris venenum, quod etiam non deglutita saliva intro subterfugere consuevit, partim intercipitur, partim corrigitur. (Lancisi.)

[5] Quod tamen nos in villicis ac messoribus aquæ admixtum, viris autem urbanis aromatibus castigatum commendamus. (Lancisi, cap. VII.)

gations antiseptiques et protectrices. Pendant la grande peste de Marseille (1720), les médecins des hôpitaux étaient enveloppés entièrement d'un vêtement de maroquin oriental, parfumé, la tête couverte d'un capuchon de même substance ; de ce capuchon débordait un bec, oint intérieurement de matières balsamiques et rempli d'aromates. C'est avec un semblable costume, — et munis d'un réchaud pour les fumigations acétiques, — que la plupart des médecins de ce temps visitaient les hôpitaux et rassuraient les malades[1].

L'antiquité ayant reconnu au vinaigre une propriété anti-putride très-caractérisée, le moyen âge n'eut donc plus qu'à profiter de cette expérience. Mais dès que les alchimistes eurent découvert quelques acides minéraux, on attribua à ces nouveaux agents, par analogie, les mêmes vertus, soupçonnant même qu'elles seraient plus actives, en raison de la plus grande énergie des acides minéraux. C'est ainsi que, parlant des antidotes de la maladie pestilentielle, un savant médecin français écrivait, en 1631, qu'on ne devait pas se borner en temps d'épidémie à faire usage de citrons, d'oranges, de vinaigre même, mais qu'il fallait aller jusqu'à user des liquides aiguisés par l'acide vitriolique du soufre (acide sulfurique) et par l'acide muriatique[2].

L'alchimiste Glauber, d'Amsterdam, énumérant les propriétés de l'acide muriatique ou esprit du sel, dit : « Il extermine tous les vers du corps,.... c'est un préservatif très-efficace contre la peste, et un souverain remède à ceux qui en sont infectés[3]. » Le même alchimiste conseillait d'user de cet esprit du sel pour « attendrir les viandes qui deviennent délicieuses ». Il mettait vraiment cet acide à toutes sauces[4].

Kunckel, qui écrivait en 1677, constate fort bien que les acides et les plantes amères arrêtent les fermentations et les décompositions.

[1] Il est juste d'ajouter que les commissaires de l'École de Montpellier n'usèrent point de toutes ces précautions, effrayantes pour les malades. On a conservé les noms de ces courageux citoyens. Voir *Ann. d'hyg. et de méd. légale*, t. Ier, p. 430.

[2] « Pour donc esplucher le tout de point en point, nous commencerons par les acidités ou vinaigres métalliques et du sel et du soulphre et du vitriol. » Du Chesne, médecin du Roy, *la Peste recogneüe et combatue*, 1631.

[3] Glauber, *Traité de la consolation des navigants*, trad. de Du Teil, 1659.

[4] *Ibid.*, *Les nouveaux fourneaux philosophiques*.

[illegible] pour que la fermentation du [illegible]

[illegible] commandait l'emploi du vitriol [illegible] peut-être pour préserver les indi- [illegible] unir les corps organiques contre [illegible] ont poussé jusqu'au bout la logi- [illegible] et agent antiseptique dans l'in- [illegible] *couperose préparée :* il ne faut [illegible] Dioscoride a écrit la couperose [illegible] les vers,.... et contre les cham- [illegible] soit corrosive et ulcérative. Car [illegible] de la couperose, non-seuleement [illegible] peste, mais aussi de l'huile que [illegible] au feu de ladite couperose, sans [illegible] [2]. » Ce sentiment avait été ma- [illegible] Basile Valentin, lorsqu'il disait : [illegible] ant les parties inutiles, vous trou- [illegible] médicament [3]. »

[illegible] on enflammait aussi du soufre, de [illegible] 1620) conseillait de brûler, en [illegible] soufre, de poix-résine et de sel : [illegible] s goudronneuses, de l'acide sul- [illegible] e chlorhydrique : trois substances [illegible]

[illegible] de *soufrer* les tonneaux avant [illegible] approvisionnements, afin de pré- [illegible]

[illegible] s conservateurs qui, s'ils ne sont [illegible] du moins conformes aux idées [illegible] plus graves auteurs, voyant trop [illegible] inventaient ou propageaient les

[illegible]

[illegible] invenies occultum lapidem, veram medi- [illegible] emière lettre de chacun des mots suffit à [illegible] *vitriolum.* Voy. L. Figuier, l'*Alchimie.*

recettes les plus étranges. On connaîtrait mal l'esprit du temps, si je ne faisais pas quelques citations pour révéler ces antidotes populaires, je veux dire ces agents antiseptiques ou ces formules qui s'emparaient des esprits affolés de terreur.

Dans un passage déjà cité, Lancisi fait remarquer qu'il faut rejeter la salive si l'on ne veut point introduire en soi le venin, c'est-à-dire l'agent actif de toute décomposition, *abstinendum a deglutiendâ salivâ.* Un auteur a publié tout exprès un petit volume pour propager « ce moyen très-simple que la nature nous a donné de conjurer l'épidémie. C'est de tous les préservatifs le meilleur, parce que les substances miasmatiques de l'air se mêlent à la salive et pénètrent ainsi en nous[1]. »

On pouvait encore recourir à l'antidote dit de Mithridate. Cette recette antiseptique est tellement étrange et sa description si courte, que je puis bien la rappeler : « Il suffit de prendre deux noix sèches, autant de figues, vingt feuilles de rüe; le tout est broyé, après qu'on y a ajouté un grain de sel. Cet antidote, pris le matin à jeun, préserve du venin pendant tout un jour[2]. »

Mais un moyen plus étrange encore, qui a été très-généralement répandu parmi le peuple, consiste à se plonger dans la décomposition organique; de telle sorte que la putréfaction serait la cause de l'épidémie, et qu'il suffirait d'aggraver cette cause pour faire disparaître l'effet. Explique qui pourra ce singulier phénomène. De telles pensées ne pouvaient naître que dans le trouble des esprits découragés de l'impuissance de leurs efforts.

Cette aberration d'ailleurs était encore un emprunt à l'antiquité. Sans remonter trop haut, je dirai que Galien (IIe siècle) condamne l'habitude des habitants de Viterbe qui, en temps d'épidémie, s'abreuvaient de leurs urines infectes, croyant ainsi se préserver de la peste. Certains médecins du moyen-âge recommandaient cette

[1] Dobinsky, *Præservativum universale, naturale, contra omnem in aura serpentem contagionem :* Optimum erit præservativum, salivam ipsam (præterquam dum comedimus) semper expuere..... etenim cum aërium miasma majorem partem salivæ misceatur, et implicetur, viamque intro sibi paret in viscera.

[2] Voir Alsari Croci (Providenza metodica, lib. V), qui cite à ce propos Galen. de antid., c. IX; Avicenne, lib. II, *de nuce :* Nux est cum ficubus et ruta medicina omnibus venenis. — Cette recette, attribuée à Mithridate, est rapportée par Pline, lib. XXIII.

repoussante boisson. Averroës a plus de confiance encore dans l'urine du bouc.

« Il n'y a rien de meilleur et de plus salubre en temps d'épidémie que d'aller respirer, trois fois par jour, l'air des cloaques ou des étables[1]. »

Alexandre Benedictus (*lib. de peste*) rapporte qu'en Turquie on jeta dans les rues les cadavres de tous les chiens tués, et qu'ainsi l'épidémie fut repoussée, « parce qu'un venin chasse l'autre, — *si dice un veleno cacciar l'altro.* »

Mais dans des temps bien plus rapprochés de nous, n'a-t-on pas vu, pendant la peste de Londres, sous le règne de Charles II (1660), qu'ordre fut donné aux habitants d'ouvrir toutes les fosses d'aisance? « La mauvaise odeur qu'elles répandirent, ajoute naïvement l'abbé Richard, fit cesser la peste[2]. »

Puisque je viens d'écrire le nom de bouc, je puis bien ajouter qu'il a joué un rôle *antiseptique* important pendant les épidémies du moyen âge. On ne se résignait pas toujours à boire ses urines, mais on le conservait dans la maison : les fortes émanations qu'il dégage éloignent la peste, *occultâ proprietate.*

Il est vrai que ces insanités sont traités rudement par les auteurs que j'ai sous les yeux; ils ne parvinrent pas toutefois à convaincre leurs contemporains. Ainsi une de nos anciennes illustrations médicales déclare que « ces boissons impures, expulsées déjà de notre organisme, sont fâcheuses et funestes, et que grande est l'erreur de ceux qui boivent l'urine en temps d'épidémie[3]. » Le célèbre Traité hermétique *De quintâ essentiâ* porte, en latin barbare, que « c'est aussi insensé de vouloir conserver pur un objet par la putridité, que de chercher à l'embellir par la difformité, le redresser par l'incorrection, ou guérir l'infirme en lui inoculant la maladie[4]. »

[1] In epidemica lue nihil salubrius, ac præstantius esse quam si quis ter in die latrinas olfaciat, aut ovile stabulum. (Georgius, dialog. II, *de bona valet.*) reproduit par Lancisi, cap. IV.

[2] Abbé Richard, *Hist. nat. de l'air et des météores*, t. II, p. 407, année 1770.

[3] Unde perspicuum est quo in errore versentur ii qui urinam bibunt in tempestate pestifera. (Jacob Hollerius, med. parisiensis, 1625.)

[4] Velle præservari per rem putridam et cito corruptibilem, et reformari per rem fœdam et deformitati subjectam, et facere rem perfectam per rem deficientem, et infirmum curare per rem infirmam, fanaticum est et inane. (Raymond Lulle.)

Alsari Croci va plus loin en déclarant qu'il n'y a là aucune action antiseptique, « que ce sont des pourceaux qui ont ordonné à leurs clients de flairer et même de boire l'urine infecte. » Pour abréger et conclure, je citerai seulement encore Lancisi, le docte médecin de Clément XI. Révolté de ces hérésies scientifiques qui s'étaient propagées, il s'écrie : « Voyez jusqu'où peut conduire l'imbécillité de l'esprit humain ! — *Quousque interdum humanæ mentis imbecillitas nos progredi sinit!* »

Eh bien ! quand les auteurs, les médecins, les savants, les hermétiques, avaient critiqué ou indiqué toutes les formules antiseptiques pour prévenir la décomposition de notre corps exposé au dangereux contact des décompositions extérieures, ils avaient si peu de confiance dans ces antidotes recommandés, qu'ils finissaient par signaler un précepte souverain : *tutissimum remedium est fuga,* — le meilleur des préservatifs, c'est la fuite. Dans les ouvrages du temps, on voit s'étaler les pilules *de tribus* qui n'ont rien de pharmaceutique, savoir : *citò, longè, tardè,* c'est-à-dire allez-vous-en vite, bien loin et revenez tardivement[1]. Quelques auteurs avouaient d'ailleurs avec bonne foi que les causes de ces altérations organiques sont inconnues « et au-delà du calibre de notre jugement; les rechercher, c'est vouloir *escheller* le ciel. »

Je regretterais peut-être d'avoir parcouru ces vieux volumes, si je n'avais dû y trouver que la satisfaction d'une curiosité rétrospective; mais on voit émerger de la pénombre dans laquelle sont plongées ces idées obscures quelques idées plus lumineuses, utiles à saisir, sur les produits de la décomposition des matières organiques; on va voir notamment que certains auteurs ont insisté sur la double émission produite quelquefois par ces matières en décomposition, à savoir : le dégagement odorant, et le dégagement inodore qui transporte l'épidémie. On voit enfin s'accuser davantage le pressentiment que ces derniers effluves sont animés et vivants.

La découverte de ces phénomènes de la décomposition organique

[1] On mettait en pratique ce système de la fuite à ce point qu'en 1582 une épidémie régnant dans une cité normande, les bourgeois délibérèrent que celui des barbiers qui consentirait à rester pour donner ses soins aux malades de l'hôpital jouirait d'une généreuse pension de vingt-cinq écus de rente. (Collect. de Lepecq de la Clôture, 1778, t. Ier.)

a une grande importance au point de vue de la science pure et des applications, parce qu'on doit trouver ainsi la genèse véritable des épidémies et les causes originelles de l'antisepticité de certains corps. Tout découle de ces premières constatations; par là se trouvent justifiées mon insistance et ces citations nombreuses que j'abrége à regret, et qui paraissent tout d'abord éloignées de mon sujet. Je poursuis donc encore cette voie pour déterminer la part afférente à chacun dans la solution, encore incomplète aujourd'hui, de ce grand problème.

Une observation importante me paraît se dégager de l'ouvrage du docteur parisien Du Chesne : dans la décomposition des substances organiques, il établit une distinction essentielle et très-nette entre les odeurs qu'elles laissent échapper et d'autres effluves plus dangereux qui sont inodores : « Et de faict, si une grande puanteur tesmoigne une grande corruption, quelle corruption peut être plus grande que celle des latrines puantes et des infects retraits? Elles ne donnent pourtant pas la peste à ceux qui les curent et en sont infectés[1]. » C'est là une distinction très-importante sur laquelle on verra plus tard de bons esprits ramener la confusion.

Ramazzini, examinant les maladies contractées par les vidangeurs, était fort surpris aussi de voir ces ouvriers séjourner dans l'affreux cloaque sans contracter, le plus souvent, d'autre maladie qu'une inflammation des yeux[2].

Palmarius, cité par Croci, allait jusqu'à dire que, « dans les hôpitaux, les serviteurs obligés au transport des immondices fétides bravent impunément la pestilence, se *moquent* des pestes les plus cruelles et les *méprisent*, parce qu'ils sont abrités contre elles par l'habitude des fâcheuses émanations[3]. » C'était presque revenir au *venin qui chasse un autre venin*.

Le moment est arrivé de parler d'un énergique agent antiseptique, le mercure employé soit à l'état métallique, soit à l'état salin. Le lecteur voudra bien souffrir quelques incursions très-abrégées dans le domaine de la thérapeutique. L'antisepticité d'une substance appli-

[1] Du Chesne, *ut suprà*.
[2] *De morbo artificium diatriba*, 1700.
[3] *De peste*, cap. XV : Quamlibet crudeles pestilentias rident et despiciunt.

quée au corps humain faisait pressentir l'antisepticité de la même substance appliquée aux matières organiques, et réciproquement. La science serait étroite, imparfaite et indigne de ce nom, si elle ne faisait converger vers un foyer les rayons épars qui doivent l'éclairer.

Le mercure était connu des anciens sous le nom de vif-argent et d'hydrargire. Ils savaient que l'or entrait en dissolution dans le métal liquide. Une couche de cette dissolution appliquée sur l'airain chauffé suffisait pour dorer ce dernier. Les alchimistes-médecins arabes appliquèrent le vif-argent à la guérison des maladies externes, la lèpre, etc. Mais un célèbre médecin et alchimiste suisse, Paracelse, osa le premier faire usage des sels mercuriels à l'intérieur du corps humain (vers 1530). Il souleva contre lui les plus violentes passions : elles sont éteintes ; les médicaments sont restés. C'est au savant professeur Bouchardat que j'emprunte ces renseignements (voy. *Annuaire,* 1852). Je n'ai pas à rechercher ici les diverses propriétés médicinales des compositions mercurielles ; l'une d'elles doit être signalée, à savoir : la vertu *vermifuge.* « Brassevole le donne tout cru (*le mercure*) en petite quantité, pour les vers des petits enfants » (Du Chesne, p. 456). Ces compositions mercurielles corrigeaient les humeurs mauvaises et peccantes. En temps d'épidémie, on conseillait de porter sur la poitrine un *amulette*, c'est-à-dire un petit sac ou une petite vessie remplie de mercure métallique ; c'était un préservatif contre le mal. A l'intérieur, on prend dans le même but préservateur « le mercure de vie et autres grandes préparations dudit mercure » (Du Chesne, chap. v, p. 331).

Les alchimistes ont étudié sous toutes les formes le vif-argent, ce dissolvant du roi des métaux ; nous n'avons rien ajouté à leurs découvertes. « Les sages doivent reconnaître dans ce métal toutes les propriétés, — *in mercurio est quidquid quærunt sapientes.* » — Assurément, ces renseignements n'ont aucune attache apparente avec les applications industrielles, mais elles peuvent y conduire [1].

[1] Dans une note de ses *Leçons élém. de chim.*, M. Malaguti dit : « Bien que Chaussier soit considéré comme le premier qui ait proposé l'emploi du sublimé corrosif pour conserver les cadavres, il n'en est pas moins vrai que, depuis des siècles, les capucins des environs de Palerme s'en servent pour rendre imputrescibles les cadavres que l'on confie à leur garde. » (Malag., t. IV, p. 416, 4e édit.)

La question suivante fut adressée à l'académicien Homberg, en 1705, c'est-à-dire à l'époque qui confine à l'alchimie déchue et à la chimie naissante : pourquoi les marins ne conservent-ils pas l'eau dans des tonneaux préalablement *soufrés*, comme on conserve déjà les vins par ce moyen ? A quoi le savant académicien et médecin du Régent fit aussitôt cette remarquable réponse, que l'eau se gâte par les matières étrangères qu'elle contient ou par les œufs des vers qui éclosent. Mais ce n'est pas tout : Homberg déclare qu'un personnage de Provence lui ayant demandé un moyen propre à conserver des parquets que les vers lui dévoraient toujours dans cette contrée, il lui avait répondu qu'on devrait tremper d'abord ces planches dans une solution de sublimé corrosif, « ce qui a très-bien réussi[1] ».

Cette indication passa inaperçue. On a peine à croire à une telle négligence et à un semblable oubli. Ainsi, l'eau se corrompt par les substances étrangères ou les œufs qu'elle renferme; sa corruption serait prévenue si on empêchait ces derniers d'éclore; les vers du bois étant atteints par le sublimé corrosif, ce bois devient incorruptible. Il est difficile de rencontrer des indications plus précises, plus exactes, plus pratiques, qui aient été aussi promptement oubliées.

Lancisi croit distinguer, en 1717, deux agents dans les émanations paludéennes : les effluves inanimés et les effluves animés des marais, *animata paludum effluvia*. Il ne me paraît pas que l'auteur attache à ces dernières expressions le sens grossier que quelques-uns de ses contemporains appliquent à l'air impur rempli de serpents, suivant eux. Pour Lancisi, ces *effluvia animata* ont sans doute le sens que nous attachons aux mots correspondants, *virus animés*. Nous avons déjà vu que Vitruve définissait ainsi les émanations marécageuses : les esprits vénéneux des animaux paludéens, *spiritus venenatos bestiarum palustrium*.

Le lecteur pourra encore consulter avec fruit l'intéressant ouvrage publié en latin sur le même sujet par Carminati[2]. Dans cette publication, qui a quelque affinité alchimique encore, l'auteur tente une

[1] *Hist. de l'Académie*, vol. de 1705, p. 38. — Voir aux documents ci-après, n° 1, le texte tout entier.

[2] *De animalium ex mephitibus et noxiis paludum effluviis*, in-4°, 1777.

classification un peu fantaisiste, il est vrai, des diverses sources d'effluves nuisibles ou mortels. On peut constater avec lui que si, « parmi les anciens, beaucoup passent pour s'être occupés du méphitisme, il n'en est pas moins vrai qu'ils ont plutôt signalé les effets toxiques des exhalaisons, qu'ils n'ont recherché les causes mêmes de la mort, — *quam ad proximam mortis causam animum adverterunt.* »

C'est avec ces idées si diverses, si confuses, dont j'ai essayé d'extraire la quinte-essence; c'est aussi avec ces croyances manifestées par des esprits précurseurs, à savoir : que la décomposition des matières organiques engendre des gaz et provoque des reconstitutions animales; que les germes de ces animalcules sont dans l'air et dans l'eau; que, sans air, les altérations ne se produiraient pas, de même qu'elles ne se produiraient pas sans chaleur; qu'il y a parfois des effluves vivants, animés, causes probables des épidémies; — que certaines substances préviennent les décompositions organiques, telles que le tanin, le sel, le salpêtre, l'alun, les vapeurs goudronneuses et aromatiques, les vapeurs de soufre, les acides minéraux, le sulfate de fer; que, pour s'opposer à la corruption de l'eau, il faudrait empêcher l'évolution des œufs qu'elle contient; que le sublimé corrosif prévient l'action désorganisatrice des vers sur le bois : c'est avec un tel bagage de sages indications vite oubliées, mais aussi d'observations imparfaites, d'expériences insuffisantes et de songes extravagants; c'est avec ce mélange incohérent qu'on aborde le milieu du dernier siècle, alors qu'une ère nouvelle s'ouvre pour la chimie.

CHAPITRE III

Recherches dues à la chimie naissante. — Phénomènes qui accompagnent la décomposition organique. — Alcalinité ou acidité des effluves? — Méphitisme, virus contagieux; hypothèses émises. — Théories du septon, de l'acide septique, du courant ammoniacal, de la surazotation. — Critiques produites par Carradori. — Les antiseptiques signalés par de Boissieu, Bordenave, Guyton de Morveau (sels mercuriels, de cuivre, de plomb, de fer, etc.). — Effluves palustres fixés par Moscati.

(PÉRIODE DE 1750 A 1800 ENVIRON.)

Vers 1770, alors qu'apparaît la chimie exacte débarrassée des rêves alchimiques, on n'évoque plus les esprits, mais ce grand problème : *quelle est la nature des corps échappés des matières organiques en décomposition?* Il y a là des intérêts palpitants; je cite les principaux : il s'agit de savoir la cause qui frappe d'asphyxie les ouvriers vidangeurs; il s'agit surtout de combattre les épidémies qui viennent encore d'une manière intermittente décimer les populations dans certaines contrées. Le but de ces investigations est tout *humanitaire,* suivant un mot de l'époque. On ne pensait guère alors aux applications industrielles qui nous préoccupent presque exclusivement aujourd'hui dans la recherche de ces moyens de préservation et de conservation.

Dans ces deux ordres d'idées, les chercheurs poursuivent en leurs études deux buts distincts : les uns, — les médecins surtout, — espèrent trouver un remède contre les maladies épidémiques (peste, fièvre jaune, fièvre paludéenne, etc.); les autres veulent prévenir les asphyxies déterminées par les gaz putrides. Quelques-uns enfin, sans établir semblables distinctions, désirent atteindre ou prévenir à la fois la production des émanations putrides et des miasmes contagieux.

Cette classification que je viens ainsi d'établir n'était certes point formée au moment où chacun se lançait dans ces recherches un peu à l'aventure, en éclaireur et en sondant la voie; mais la lecture atten-

tive des livres du temps montre les courants divers que je signale ici. L'étude que j'entreprends serait radicalement incomplète et tronquée, si je retranchais tout à fait l'un de ces courants; ils exercent l'un sur l'autre des réactions inévitables et, malgré leur diversité, ils se confondent dans l'étude de la putréfaction et des moyens d'y mettre obstacle. L'utilité de cet examen simultané me paraît démontrée par la découverte même de Homberg; médecin, il savait que le mercure et les sels mercuriels chassaient les vers du corps humain; il a dû penser que les bois imprégnés d'un sel mercuriel seraient à l'abri des insectes et de leurs larves.

Des recherches persévérantes, accomplies avec des moyens que nous estimons grossiers aujourd'hui, étaient partout entreprises ou répétées par Macbride, par Pringle, en Angleterre; par de Haën, en Autriche; par Gabert, à Turin. Je dirai bientôt la large coopération des chimistes et médecins français. Le mode d'opérer est à peu près uniforme pour tous; on abandonne à la décomposition organique soit des tranches de bœuf cru, soit de la matière cérébrale ou de l'urine. Les produits qui se forment sont alors étudiés. Ou bien on ajoute, avant toute décomposition, certains agents qui la préviennent et l'empêchent. Les essais de Pringle[1] et de Macbride (vers 1750) sont répétés en France, examinés, discutés. Cette étude excite un si vif intérêt que l'Académie de Dijon ouvre un grand concours et offre un prix à l'auteur du meilleur mémoire sur les *antiseptiques* (1767).

Des mémoires nombreux sont alors produits; mais trois d'entre eux seulement sont choisis, récompensés et publiés[2]. Le prix est remporté par de Boissieu, professeur de médecine à Lyon. Un accessit est accordé à Bordenave, l'éminent professeur de médecine à Paris; un dernier accessit à Godard, médecin à Verviers. On connaît à peine ces noms et ces travaux aujourd'hui : qui a lu ces mémoires?

Cet oubli ressemble un peu à l'ingratitude, car les efforts de tous sont manifestes. Ces recherches pénibles et obscures ont fait plusieurs fois *tomber la plume des mains* de Boissieu. Quelques remar-

[1] *Traité des substances septiques et antiseptiques*, trad. de 1771, ou bien voir des extraits dans Gardane, *Essais*, 1769.

[2] *Dissertations sur les antiseptiques*, in-8°. Dijon, 1769.

ques importantes d'ailleurs méritent d'être extraites de ces laborieux résumés. J'abandonne assurément les hypothèses émises à ce moment sur les causes mêmes de l'antisepticité. Ainsi, on pensait que les astringents agissaient en resserrant les pores organiques et que ceux-ci, devenus moins béants et comme inaccessibles à l'air, se trouvaient préservés de la corruption. Mais si la théorie est défectueuse, les observations du moins nous offrent une compensation. On mêle à ces viandes putrescibles diverses substances dont on note soigneusement l'effet. Ces anciennes indications trop ignorées ont été souvent reproduites plus tard; on croyait les inventer. De Boissieu trace un tableau synoptique de tous les agents antiseptiques qui avaient été expérimentés ou proposés (*Mém.*, p. 53); il les soumet à une classification qui ne saurait être acceptée aujourd'hui (les *onctueux* ou *enduisants*, les *escarrotiques*, etc.). Parmi les substances antiseptiques signalées par lui dans ce tableau se trouvent compris tous les *acides minéraux et végétaux*, les *sels métalliques* (et particulièrement les sels de *mercure*, de *cuivre*, de *fer*). De son côté, Bordenave fournit à peu près les mêmes indications; je cite textuellement, en ajoutant entre parenthèses les noms portés maintenant par les sels métalliques :

« Les médicaments qui sont en même temps absorbants et astringents ont une action antiseptique plus prompte et plus remarquable, puisqu'ils ont la propriété de donner une rigidité, une astriction particulière aux fibres, en même temps qu'ils leur ôtent leur humidité surabondante. La noix de galle en poudre, le quinquina, l'alun, le sel de tartre à sec, le vitriol bleu (*sulfate de cuivre*), les sels métalliques, comme le sel de plomb nitreux (*nitrate de plomb*), le sel de Saturne (*acétate de plomb*), le vitriol de Mars (*sulfate de fer*), les cristaux de lune (*nitrate d'argent*), produisent sensiblement ces effets, et il paraît que leur action dépend particulièrement de l'astriction. » (*Mém.* de Bordenave, p. 198.)

« L'auteur des *Essais sur la putréfaction* a éprouvé que plusieurs sels métalliques ont rendu inaltérables les œufs, les poissons et la viande. Les sels qu'il a employés sont les cristaux de lune, le turbith minéral (*sous-deutosulfate de mercure*), le sublimé corrosif (*bichlorure de mercure*), le nitre mercuriel (*nitrate de mercure*), le sel de

Saturne, la dissolution de fer par les acides minéraux, etc. Le même auteur a observé que les mêmes substances ont été rendues inaltérables par le baume du Pérou, le camphre, la poix de Bourgogne. » (De Boissieu, *Mém.*, p. 12.)

Ces recherches avaient pour but de prévenir la décomposition de toutes les matières organiques : ceci est bien évident ; mais elles penchaient toujours vers les applications médicales. La profession même exercée par les auteurs des mémoires, comme aussi les conditions inscrites au programme de l'Académie, expliquent cette préoccupation dominante, j'allais dire presque exclusive. Des explications qui précèdent, il résulte clairement que les matières organiques et, parmi elles, les matières animales qui sont les plus putrescibles de toutes, étaient alors préservées de la décomposition par les sels métalliques. Fourcroy, résumant un peu plus tard ces travaux, rappelle l'antisepticité *des sels métalliques et de leurs dissolutions* [1].

Mais déjà vers 1770 les progrès de la science naissante permettaient de poser ces questions préliminaires : *le gaz émané des matières organiques décomposées est-il acide? est-il alcalin?* Évidemment les réponses ne pouvaient s'appliquer avec quelque certitude qu'aux émanations odorantes et sensibles, échappées de la chair altérée. Les virus contagieux, inaccessibles aux instruments et aux réactifs, ne permettaient que des suppositions et des analogies. A cette première question, deux camps se forment aussitôt, l'un défendant l'alcalinité et l'autre l'acidité des émanations odorantes et même des virus insaisissables. Cette discussion a passionné les contemporains de Lavoisier, de Fourcroy, de Hallé, de Guyton de Morveau, de Parmentier ; elle a passionné ces savants eux-mêmes. Il n'est pas jusqu'aux membres supérieurs de l'administration qui n'aient voulu participer au mouvement, en favorisant les essais et déployant un zèle bien digne d'éloges. Une ardeur incomparable animait les belles intelligences des savants qui créaient la science chimique. Dans l'étude de ces phénomènes de composition et de décomposition organiques, on voit l'anxiété et le pressentiment d'une importante découverte ; c'est ainsi qu'on se figure les hardis navigateurs du xve siècle, sur des

[1] *Système des conn. chim.*, t. IX, p. 112, an IX.

mers inconnues et à la veille de découvrir un monde nouveau, debout comme un point d'interrogation, scrutant l'horizon.

Mais, laissant ces réflexions qui s'imposent et m'échappent, je reviens aux essais tentés alors de toutes parts avec ces lambeaux de chairs renfermés sous des cloches en verre ou même dans des bouteilles. Quelques expérimentateurs prétendent, à la suite de Van Helmont et de Becher, que l'air est indispensable à la décomposition des matières organiques; mais d'autres, comme le docteur Manners à Philadelphie, ou Thompson en Angleterre, assurent que l'air n'intervient pas dans ce phénomène[1]. On va plus avant : on interroge les émanations échappées de la matière organique, en leur présentant les papiers colorés de tournesol. Le célèbre Pringle soutient que les alcalis, loin d'être un produit de la décomposition, la préviennent. Gabert, professeur à Turin, s'empresse de combattre courtoisement cette appréciation et soutient que les expériences de Pringle, interrompues trop tôt, n'ont pas permis à l'ammoniaque de se produire, parce qu'elle se dégage surtout à la fin de la décomposition. Le même professeur de Turin observe que le gaz alcalin étant un produit de cette décomposition organique, on ne saurait considérer les alcalis comme antiseptiques. De Haën fait alors une expérience comparative : dans un premier flacon, il renferme de l'urine fraîche, à laquelle il ajoute de l'ammoniaque; dans d'autres flacons, il introduit une égale quantité d'urine avec de l'*esprit de vitriol* (acide sulfurique), de l'*esprit de nitre* (acide nitrique), et constate enfin que dans ces deux derniers récipients le liquide restait bien plus longtemps inaltéré.

En France aussi l'alcalinité des gaz échappés des matières organiques en décomposition était vivement soutenue, ainsi que la nécessité d'employer des antiseptiques de nature acide. Le docteur Janin (1782) avait recours au vinaigre et à ses fumigations; il faisait intervenir également l'eau-de-vie de lavande : « Qu'on juge, dit-il, après tant de recherches, de la joie que j'éprouvai d'une pareille découverte; mon premier hommage fut de remercier la Providence d'avoir béni mon travail. »

[1] Thompson, *Système chimique*.

Si le docteur Janin avait lu les anciens ouvrages que j'ai cités, il aurait reconnu que le vinaigre, et le vinaigre aromatique, et les fumigations acétiques, avaient été employés.

L'insuccès de quelques tentatives faites par le docteur Janin ramenèrent les expérimentateurs à l'emploi des alcalis pour combattre la putréfaction dont la nature devait être acide[1]. Aussi Marcorelle, baron d'Escale, publia en 1782 les résultats satisfaisants obtenus avec le lait de chaux, qui arrêtait la décomposition des matières organiques[2]. Une autre publication avait été rédigée sous une forme populaire par de Gardane, régent de la Faculté de médecine de Paris, pour recommander l'emploi de la chaux en vue de combattre la putréfaction et de la prévenir, reconnaissant par là implicitement que les produits de la décomposition organique étaient acides[3]. Jamais peut-être problème scientifique ne fut plus que celui-ci soumis au flux et au reflux des opinions.

Enfin, le savant professeur Hallé fit paraître, en 1785, les *Recherches sur la nature et les effets du méphitisme*, travail consciencieux, magistral, qui fut publié par le gouvernement français. L'auteur détermine la nature de quelques-uns des composés émis par les substances organiques détruites et, mettant d'accord les deux parties adverses, il montre qu'il y a à la fois production de gaz acides et d'un gaz alcalin (acide *carbonique* et acide *hépatique*, *ammo-*

[1] Consulter à ce sujet l'ouvrage de Janin. Dans l'*Avant-propos*, p. XI, il cite l'opinion de Sage qui considérait l'alcali volatil comme le seul remède contre les asphyxies occasionnées par les vapeurs acides du charbon ou des fosses. « D'un autre côté, un grand nombre d'autres célèbres chimistes étaient de la même opinion, particulièrement MM. les commissaires de l'Acad. roy. des sc. de Paris, dans leur rapport du 8 juillet 1778. » On lit que les matières altérées contiennent du « phlogistique et de l'acide ».

[2] Bibl. physico-chimique.

[3] L'usage antique de blanchir les murs à la chaux avait surtout pour but l'assainissement; les livres sacrés l'attestent.

Les anciens appliquaient, à titre de médicaments antiseptiques, des agents métalliques (*chalcitis*, *misy*, *sory*) formés principalement d'oxydes de cuivre, de fer et peut-être de zinc. « Le misy arrête le sang et la décomposition des ulcères. (*Misy.... sistit sanguinem et hulcera quæ putrescunt*, Plin., XXXIV.) Macrobe rapporte (ve siècle) que les squames du bronze (c'est-à-dire l'*oxyde de cuivre* surtout) étaient mêlés à certains médicaments, parce que ces squames, d'une vertu âcre et styptique, s'opposent à la putréfaction (*est enim in ære vis acrior quam medici stypticam vocant. Undè squamas ejus adjiciunt remediis, quæ contra perniciem putredinis advocantur.* » (Macrob., *Saturn.*, lib. VII.) Dès les temps les plus reculés, on a appliqué à cet usage antiseptique les *flos æris* et *squama æris*.

niaque). Les expériences ultérieures ont confirmé la parfaite exactitude de cette affirmation, et démontré que c'est là l'unique cause du méphitisme qui asphyxie et tue subitement. Toutefois Hallé n'ose pas se prononcer sur la nature mystérieuse de ce méphitisme; il croit qu'il est distinct des gaz qui viennent d'être nommés. Cette découverte déjà pressentie par lui était réservée à ses successeurs.

En même temps que ces études s'exerçaient sur les substances organiques et provoquaient ainsi des opinions contradictoires, on voyait surgir des discussions de même nature, et tout aussi divergentes, dans la région plus élevée des causes génératrices des maladies épidémiques. Cette corrélation était inévitable. C'est pour montrer l'origine des divers systèmes que je rappelle ces controverses. Il faut bien reconnaître que la grande importance attachée ici aux questions de principes est justifiée par ce motif qu'il suffirait de déterminer nettement les causes de la décomposition organique, pour trouver facilement alors, dans l'arsenal chimique, des réactifs propres à la prévenir; en d'autres termes, on appliquera avec une complète assurance de succès les agents antiseptiques, dès que l'on connaîtra les causes et les produits de la décomposition.

Le docteur Wintrop Saltonstall publiait à New-York, en 1796, une histoire médicale de l'azote qu'il nomme *septon* (pourri). La conclusion de son ouvrage est que les miasmes sont le résultat d'une combinaison de septon et d'oxygène. Presque en même temps, un autre docteur américain, le professeur Mitchill, commençait à donner une grande impulsion à cette hypothèse, en déclarant que la fièvre jaune, qui apparaissait tous les ans dans certaines contrées de l'Amérique, avait pour origine l'action exercée sur l'organisme par l'*oxyde de septon* ou l'*acide septique;* qu'en conséquence le meilleur antiseptique devait être un alcali. Aussi, pour se préserver de la fièvre jaune, recommandait-il les fumigations d'ammoniaque, les boissons alcalines et même la projection sur les voies publiques de poussière de chaux, de soude ou de potasse. Suivant lui, les véritables antiseptiques étaient seulement alcalins[1].

[1] Consulter Valentin, *Traité de la fièvre jaune d'Amérique*, an XI. Le docteur Mitchill, sénateur américain, a publié sur ce sujet : 1° *Remark on the gazous oxyd of azote*, 1795 (voir *Ann. de chim.*, t. XCV); 2° Lettre de 1805 adressée à son ami, le docteur Valentin,

Mais cette combinaison spéciale du septon avec l'oxygène qui engendrerait l'acide septique était une pure hypothèse repoussée par les chimistes français[1]. Cette doctrine américaine des virus acides paraissait donc étrange et fantaisiste aux défenseurs des opinions séculaires. Employer l'ammoniaque en semblable occurrence, c'était rétrograder de plusieurs siècles et renouveler les vieilles aberrations qui consistaient à respirer, en temps d'épidémie, les odeurs ammoniacales des corps putréfiés; c'était aussi reproduire, à cinquante ans de distance, les idées émises par Pringle sur l'antisepticité des alcalis. Au contraire, suivant les partisans nombreux soit des virus alcalins, soit des virus organisés, la seule pratique rationnelle et vraiment antiseptique consiste à faire évaporer du vinaigre, à brûler du soufre, c'est-à-dire à répéter les anciens moyens de préservation. Il est juste de dire que toutes les bonnes raisons étaient de ce côté. Quand on voulait conserver une venaison, certains légumes, on ne les immergeait pas dans une liqueur alcaline, mais dans une liqueur acide (vinaigre). Les alchimistes aussi avaient constaté le pouvoir antiseptique des acides minéraux.

Une preuve décisive de ce pouvoir antiseptique exercé par les acides minéraux volatils sur l'atmosphère, chargée des principes de la décomposition organique, fut rendue manifeste à Dijon, en 1773. Les caves sépulcrales de la principale église de cette ville se trouvant remplies de cadavres, on ordonna l'évacuation de ces souterrains : l'odeur devint si insupportable qu'il fallut fermer l'église. Guyton de Morveau, alors avocat général au parlement de Dijon et l'un des illustres fondateurs de la chimie moderne, eut la pensée de répandre dans cette église close des vapeurs *très-expansibles d'acide muriatique gazeux qui devaient aller saisir l'ammoniaque* considérée alors par lui *comme le véhicule des miasmes, ainsi abandonnés à leur propre pesanteur*. Personne n'ignore que quelques kilogrammes de sel marin et d'acide sulfurique furent introduits dans un vase en verre placé sur des cendres chaudes, et que les miasmes

à Marseille, dans laquelle il l'informe que depuis 1802 l'application des alcalis est devenue générale aux États-Unis, et que les règlements maritimes l'imposent aux escadres. (*Medical Repository of New-York.*)

[1] Fourcroy, *Système des connaissances chimiques*, t. IX, p. 109.

disparurent au grand regret, ce semble, d'un triste et sceptique auteur du temps, qui vit « l'église rendue au culte, aux dévots et à la Divinité. » Guyton de Morveau attribuait cette action purificatrice « aux acides minéraux qui ont le pouvoir de détruire les miasmes contagieux et l'odeur putride qui annonce leur présence. » (*Traité*, page 85.)

Cette expérience, renouvelée à Dijon encore par Guyton de Morveau vers la fin de cette même année 1773, eut même succès dans les salles des prisons où sévissait la fièvre. Ces tentatives étaient donc accomplies à Dijon, c'est-à-dire dans la ville même où, cinq ans auparavant, avait été rappelée, dans un concours retentissant, la vertu conservatrice des sels métalliques et de tous les acides. Cette cité intelligente était devenue comme un foyer d'où s'irradiaient les doctrines antiseptiques. La volatilité de l'acide choisi par Guyton de Morveau offrait cet avantage incontestable d'aller chercher dans l'air les substances sur lesquelles il devait réagir. L'acide sulfureux, c'est-à-dire le gaz du soufre, était employé autrefois à la même intention. L'éminent chimiste ne s'était pas trompé : il faut poursuivre un ennemi volatil avec une arme légère comme lui. De son côté, le docteur Smyth pratiquait en Angleterre (1780) les fumigations d'acide nitrique auxquelles il attribuait une plus grande efficacité.

Au début de ses tentatives, Guyton de Morveau avait donc cette croyance manifestée sous diverses formes par plusieurs de ses contemporains, savoir : la putréfaction engendre un courant ammoniacal qui emporte le principe miasmatique. En saturant l'ammoniaque par un acide, ce principe virulent est précipité. J'ai déjà reproduit les termes employés par Guyton de Morveau pour définir cette action. Il est vrai qu'on n'avait jamais vu ce précipité; il est vrai encore que sa ténuité, qui devait être extrême, le livrait aux fluctuations atmosphériques en lui reconstituant une volatilité. Cette idée séduisante néanmoins se trouvait fortifiée par d'autres travaux. En se livrant à des recherches toutes différentes, Vauquelin arriva en 1809 à la même conclusion, c'est-à-dire que l'analyse du tabac l'amena à conclure que beaucoup de corps n'étaient rendus odorants que par leur mélange avec l'ammoniaque. Robiquet confirma encore

cette dernière appréciation, appuyée par Parent-Duchâtelet (1835), qui dit élégamment alors que l'*ammoniaque donne des ailes aux matières fétides.*

Ces constatations sont exactes : l'ammoniaque emporte avec elle d'autres produits qui, privés de son concours, seraient restés involatils. Sous ce rapport donc, les indications paraissent confirmées. Mais tirer de ce fait la conclusion générale que les miasmes, — inconnus, — sont fixes et ne s'échappent qu'autant que l'ammoniaque les entraîne, n'est-ce pas aller au-delà des révélations expérimentales[1] ? Sans doute, l'abolition des fièvres à Dijon et en Angleterre par les vapeurs acides donne quelque poids à cette opinion, quoique la vertu de ces fumigations ait été singulièrement exagérée, si l'on en juge par le délaissement où elles sont tombées depuis. Mais enfin, une action semblable sera-t-elle opérée sur le virus du choléra ou de la peste ? Dès qu'une atmosphère ne sera pas ammoniacale, cessera-t-elle d'être épidémique ? Qui oserait affirmer aujourd'hui que les virus n'ont pas une volatilité propre, ou que du moins l'air n'est pas chargé de leur dispersion sans le concours de l'ammoniaque ?

En 1808, un savant italien, Carradori, ne peut supporter l'espèce de solidarité ainsi établie entre ces deux produits de la décomposition organique ; il n'admet pas que le résultat de cette décomposition soit de manifester ses agents épidémiques par des produits sensibles et odorants. Les recherches consignées dans les pages qui précèdent nous ont révélé que, déjà au XVIIe siècle, Du Chesne avait fait semblable distinction. Carradori combat donc cette confusion en déclarant « que les miasmes contagieux sont tout à fait différents des gaz de la décomposition, et que l'odeur nauséabonde n'est pas l'indice de la contagion[2]. »

Il faudrait reproduire en entier cet excellent travail de Carradori

[1] Guyton de Morveau lui-même dit (*Traité*, p. 126) : « Dans les expériences VII et VIII (*sur les gaz provenant de la décomposition organique*), j'ai épuisé sans succès les moyens de découvrir la moindre trace d'ammoniaque ; et ce point de fait méritait d'être constaté par cela même qu'il paraissait, au premier coup d'œil, en opposition avec l'opinion presque générale. »

[2] I miasmi contagiosi sono una cosa differente dai miasmi putridi, ne è vero che l'odor putrido annunzi la presenza del contagio (Riflessioni soprà il principe costituente il contagio. (*Giornale di* Brugnatelli, t. Ier, 1808.)

qui abonde en observations judicieuses; je ne sache pas qu'il ait été traduit dans notre langue; j'en extrais seulement ce passage essentiel, qui résume sa pensée et rappelle tous les produits, — alors connus ou soupçonnés, — dérivés des matières organiques en décomposition : « Ce qui constitue la substance de la contagion, ce n'est ni l'ammoniaque pure ou unie aux substances animales, ni l'hydrogène carboné tenant en dissolution des principes animaux; ce n'est pas davantage l'azote, ni le *septon,* ni l'oxyde de *septon,* ni tous les autres fluides, gaz ou vapeurs, soit isolés, soit unis à des gaz irrespirables; non : la matière de la contagion est un produit spécial, une substance très-déliée (*finissima*), encore inconnue, et que l'on ne connaîtra peut-être jamais[1]. »

Au moment d'ailleurs où Carradori écrivait ces lignes, les savants français découvraient, non pas la cause obscure encore des maladies épidémiques, mais la nature précise d'un gaz toxique émané des matières organiques décomposées. Thénard, Dupuytren et Barruel saisirent ce gaz et reconnurent en lui tous les caractères de cet hydrogène sulfuré (libre ou combiné à l'ammoniaque) qui avait été déjà signalé par Hallé sous le nom de gaz hépatique. Là était l'unique cause du méphitisme grossier et asphyxiant; ces savants firent donc évanouir à cet égard le mystère scientifique. Mais les sources plus profondes des épidémies restaient toujours cachées. La théorie reproduite par Guyton de Morveau, théorie que je viens d'exposer, ne tarda pas à être abandonnée par lui et généralement remplacée par une autre hypothèse; celle-ci apparaît alors avec tous les caractères, sinon de certitude, du moins de probabilité scientifique. Elle est reçue avidement, elle se répand, elle se propage partout et finit par tomber en ces derniers temps dans le même abandon. Cette hypothèse a occupé une place si considérable, à la fin du siècle dernier et au commencement de celui-ci, qu'il faut bien produire à son sujet quelques explications.

Tandis qu'on discute encore sur l'acidité ou l'alcalinité des effluves

[1] Rigauld de Lisle disait aussi, en 1816 : « Les miasmes n'ont point d'odeur à laquelle on puisse les distinguer.... Je ne dis pas que les mauvaises odeurs n'accompagnent fréquemment l'air chargé de miasmes délétères; mais l'on ne doit pas pour cela les confondre. » (*Rech. méd. sur les causes du mauvais air,* Bibl. univ., t. II, p. 25.)

miasmatiques, et que nombre de savants persistent à considérer l'ammoniaque comme le véhicule obligé des corpuscules virulents, Guyton de Morveau, qui avait produit cette dernière indication à la page 10 de son *Traité* (2e édition, 1802), va plus avant et marque, à la page 344 : « qu'il est extrêmement probable que c'est l'azote condensé, et en même temps peu engagé, qui fait le principal caractère de tous les virus contagieux,... et que leur grande énergie, pour trancher le mot, dépend d'une véritable surazotation. »

Cette surazotation tranchait le mot sans doute, mais non la difficulté; la définition restait vague et n'impliquait aucun produit précis : les réserves circonspectes de Guyton de Morveau le prouvent. Mais enfin voilà l'agent qu'il faut atteindre. Quelle action les acides exercent-ils sur lui ?

Sachant que le feu dénature et détruit les corpuscules contagieux ; que l'oxygène, récemment découvert par Lavoisier et aussi par Priestley (1774), est l'agent efficace des combustions, on fut induit à conclure que les acides, corps brûlés et chargés d'oxygène, cédaient une partie de leur propre oxygène aux virus atmosphériques de la sorte profondément modifiés. Les acides agissaient dès lors, suivant les idées du temps, en raison seulement de leur oxygène. La suroxygénation était le motif qui engageait le docteur Smyth en Angleterre à accorder la préférence à l'acide azotique.

Pour confirmer cette théorie nouvelle, on fit usage du gaz que Scheele venait alors de découvrir en Suède (1774). Ce gaz, très-chargé d'oxygène, suivant les notions admises, n'était autre que le gaz *acide muriatique oxygéné* auquel Ampère donna plus tard le nom de chlore. Fourcroy, croyant que ce gaz était une *atmosphère condensée,* le considéra comme un puissant antiseptique. Mais l'erreur était grande au point de vue théorique ; car ce gaz dit *oxygéné* ne contenait pas du tout d'oxygène. En résumé, l'agent virulent *surazoté* était une fiction sur lequel les acides exerçaient une action comburante également fictive. Ceci ne s'applique pas, bien entendu, aux faits de purification constatés, mais à la théorie seule qui prétendait remonter aux causes. Il n'y avait d'oxygène ni dans l'acide chlorhydrique, ni dans le chlore successivement employés par Guyton de Morveau. Quand on voit, à cette époque si voisine

de la nôtre, les esprits les plus éminents de France, d'Angleterre, d'Espagne, de Russie, convaincus de la parfaite rectitude de cette doctrine; quand on considère que cette même doctrine ne s'est évanouie que lentement, en laissant des traces à peine disparues aujourd'hui, on se prend à douter de toutes les théories ou du moins à ne les accueillir qu'avec une extrême réserve.

Je reste fidèle à l'ordre chronologique, en rappelant enfin une curieuse expérience faite en 1810 par un médecin napolitain, Moscati. Dans les rizières, c'est-à-dire dans ces localités humides où les fièvres sont endémiques, ce médecin eut la pensée de placer, pendant la nuit, des sphères creuses remplies de glace. Ces sphères suspendues à quelque distance du sol laissèrent condenser sur leurs parois une espèce de givre. Quand la chaleur eut liquéfié ces cristaux, on vit flotter dans le liquide de nombreux flocons qui, rassemblés et examinés, offrirent toutes les apparences d'une matière animale et se comportèrent comme elle en se putréfiant. Encouragé par ces essais, Moscati renouvela les expériences dans les salles d'un hôpital où il suspendit encore ses sphères glacées : il obtint les mêmes résultats. Je veux dire par là que ces vapeurs condensées contenaient des matières organiques; mais nos connaissances sont trop imparfaites pour qu'on puisse préciser les différences qui doivent exister entre ces diverses matières recueillies dans des milieux différents.

Il convient maintenant d'étudier d'une manière plus complète ces phénomènes de la décomposition organique éclairés par les lumières contemporaines. Cette étude, en nous livrant quelques-uns des secrets de la décomposition, nous mettra sur la voie des procédés conservateurs, c'est-à-dire des moyens de prévenir les altérations. Nous irons donc par la science pure à l'industrie, et par les recherches théoriques à leurs applications.

Plus que jamais, médecins et chimistes s'occupent en ce moment du monde nouveau qui se révèle à nous, monde des germes, des virus animés sans doute, qui constituent les miasmes épidémiques. La décomposition organique est leur point de départ. Un rapprochement à ce propos : il y a cent ans à peine, on croyait à tout jamais célé à nos regards et rebelle à nos appareils un gaz toxique

(l'hydrogène sulfuré); puis la vérité s'est montrée. Lorsque la cause des épidémies sera connue, l'antidote trouvé, on pourra ajouter l'une des plus belles pages à l'histoire de la science.

Parallèlement donc à la première étude expérimentale, pratique, et liée à elle, se trouve nécessairement cet autre sujet, encore un peu nébuleux, *de la recherche des ferments animés qui sont les instruments des décompositions organiques et qui propagent peut-être la contagion.* Il est inutile d'ajouter que je serai très-sobre sur ce dernier point; je n'y toucherai qu'autant qu'il sera nécessaire pour que le lecteur ait une échappée sur la science contemporaine.

CHAPITRE IV

Étude de chimie contemporaine. — Causes de la décomposition des matières organiques : action de l'air et de ses germes, de l'eau, de la chaleur. — Ferments et fermentations. — Les théories récentes. — Panspermie. — Hétérogénie. — Hémi-organisme.

Dans le plan suivi jusqu'ici une double étude a marché de front : 1° recherche des causes et des produits de la décomposition ; 2° recherche des moyens de prévenir cette décomposition. Mais arrivé maintenant à la chimie contemporaine, les développements deviennent tels, que le parallélisme ne peut se poursuivre ; une bifurcation est indispensable. J'achève donc cette première partie (*historique*) en exposant les théories et les découvertes actuelles sur la décomposition organique. Tout le reste du Traité est consacré aux moyens de préservation.

La décomposition des matières organiques prend le nom de *putréfaction,* lorsqu'elle s'applique au sang, à la chair musculaire, à l'urine, etc., c'est-à-dire à des substances dont l'altération rapide, commencée au contact de l'air, peut s'achever sans sa participation. La décomposition organique est appelée pourriture ou *combustion lente,* lorsque les substances analogues aux bois, aux fibres végétales, se tranforment graduellement en terreau avec l'indispensable concours de l'air. D'après ces idées admises depuis longtemps, trois agents concourent à la décomposition des corps organiques : l'air, l'eau, la chaleur. Si on préserve de tout contact de l'air une matière organique, la conservation de cette substance est assurée ; même résultat lorsqu'on la soustrait à l'action de l'humidité ou de la chaleur. Tels étaient les trois facteurs auxquels on attribuait l'altération des corps. Il suffit que l'un de ces trois facteurs fasse défaut, pour que la décomposition soit prévenue ou arrêtée. Nous verrons dans quelle mesure ces indications doivent être modifiées ou complétées.

L'air.

Je rappelle que les anciens savaient déjà se préserver en quelques circonstances de l'action de l'air; l'exemple des Égyptiens le prouve : le corps destiné à devenir momie était pénétré de résines chauffées. Du même coup, on le mettait ainsi à l'abri de l'air et de l'humidité. Depuis les découvertes chimiques de la fin du dernier siècle, nous savons que l'air n'est pas un corps simple, mais un mélange gazeux : l'azote, l'oxygène et quelques traces d'acide carbonique le constituent. Il importait de savoir quel était, parmi ces gaz, celui qui exerçait l'action la plus active dans les décompositions.

Mais les expériences exécutées au commencement de notre siècle par divers savants tendaient à faire admettre que l'intervention de l'air n'était pas indispensable, et qu'il suffisait du contact du ferment avec la matière fermentescible pour que la décomposition de cette dernière s'opérât. Gay-Lussac fut conduit à repousser cette explication; il admit au contraire que, sans air ou sans oxygène, la fermentation vineuse ne saurait s'établir : le jus de raisin renfermé par lui à l'abri de l'air, dans une éprouvette sur le mercure, ne subit pas la fermentation. En faisant passer quelques bulles d'air ou d'oxygène, la fermentation s'établit et se manifeste par un dégagement d'acide carbonique. L'acide carbonique occupe un volume exactement égal au volume d'oxygène absorbé. Cette expérience qui parut décisive mit un terme aux hésitations et au doute qu'on éprouvait encore à ce sujet. On tint dès lors pour certain que l'oxygène était l'agent indispensable aux fermentations. Le ferment et l'air étaient donc les deux pierres angulaires de l'édifice.

Il était admis encore que, dans cette fermentation du jus de raisin, le ferment préexistait dans la pulpe du fruit. Examinons donc le ferment et le prototype des ferments, c'est-à-dire la levûre de bière qui développe dans la liqueur sucrée la fermentation alcoolique. L'étude de cette substance, commencée par Lavoisier, continuée par divers chimistes, fut reprise en 1836 par Cagnard-Latour, et poursuivie par plusieurs savants. Ces recherches démontrèrent que la levûre de bière était composée de granules d'une matière azotée et albuminoïde;

que si ces granules étaient introduits dans une liqueur sucrée et albumineuse elle-même, alors cette albumine liquide servait à la nutrition et à la reproduction des granules de levûre; que ceux-ci se reproduisaient par gemmation, en donnant naissance sur leurs surfaces à de nouveaux globules qui grossissaient rapidement eux-mêmes, engendrant à leur tour des globules nouveaux. Ces globules étaient vivants, puisqu'ils se multipliaient et puisqu'ils transformaient partiellement le sucre en acide carbonique. Quand la liqueur sucrée ne contenait pas de matière albumineuse, le ferment déterminait encore la fermentation; mais alors la levûre se consommait elle-même, au lieu de se régénérer. La fermentation était donc la conséquence d'un acte vital accompli par les granules du ferment.

Il était difficile toutefois d'expliquer l'action très-étendue qu'on attribuait par là à quelques faibles bulles d'air ou d'oxygène sur une masse considérable de liquide fermentescible uni à la levûre. On n'apercevait pas bien les causes qui pouvaient multiplier ainsi l'activité de l'air ou plutôt de l'oxygène.

En Allemagne fut alors produite une explication que je résume en quatre points : 1° l'oxygène de l'air et le ferment sont indispensables aux fermentations; 2° le ferment étant toujours une matière albuminoïde (c'est-à-dire une substance quaternaire azotée), possède un plus grand nombre d'éléments constitutifs, lesquels ont, par ce motif, une tendance plus accusée à la dissociation; 3° ces éléments ainsi disjoints se groupent sous forme de vapeurs ou de gaz et communiquent aux molécules voisines leur propre mouvement de dissociation; 4° c'est en participant à ce mouvement, à cet ébranlement, que les autres substances se décomposent à leur tour par voie d'entraînement[1].

Jusqu'en ces dernières années, la théorie allemande fut partout accueillie et professée; mais les médecins ne paraissaient pas disposés à l'introduire dans le domaine de la chimie physiologique qui a pour laboratoires les êtres vivants. En constatant les ravages épidémiques, ils avaient soupçonné autrefois, et ils soupçonnent encore la puissance des infiniment petits, ils pressentent et annoncent les

[1] Voir *Chim. appl. à la physiol. végét.*, par Liebig.

miasmes animés. Ce n'est pas un gaz, suivant eux, ce n'est pas davantage un agent matériel mort qui détermine ces accidents; c'est un être vivant, vivant de sa vie propre aux dépens des êtres supérieurs [1].

Des investigations toutes récentes, poursuivies avec persévérance en ce moment encore, ont permis de pousser plus loin l'étude de l'atmosphère et des poussières organisées qu'elle contient. Ces poussières de l'air qui nagent en quantité considérable dans l'océan aérien, surtout pendant l'été et au voisinage de la terre, jouent un rôle très-important dans les fermentations et toutes les décompositions organiques; j'entends parler ici de la poussière que notre œil même aperçoit dans une chambre close, lorsqu'un rayon de soleil la traverse. L'action de ces corpuscules, vaguement et mystiquement soupçonnée peut-être par Vincent de Beauvais, plus accusée dans la *physica subterranea* de Becher, fut rendue plus évidente encore par Schwann, au mois de février 1837. A ce moment, Schwann révéla à la Société des amis des sciences naturelles, à Iéna, une expérience importante : après avoir *calciné* l'air, c'est-à-dire les corpuscules organiques qu'il contient, ce naturaliste observait que les substances animales même se conservaient sans altération, lorsqu'elles restaient plongées dans cet air brûlé.

Ce sera la gloire de M. Pasteur d'avoir fait une étude approfondie des corpuscules organisés contenus dans l'air et d'avoir précisé la part qu'ils prennent aux phénomènes des décompositions organiques; ce sont de véritables ferments ou germes de ferments. Les poussières atmosphériques sont formées, pour la plus grande partie, de débris terreux mêlés à des débris organiques et, pour l'autre partie, de graines microscopiques (spores de moisissures, microphytes, *végétaux*), ainsi que d'œufs d'infusoires (microzoaires, *animaux*). Cette poussière vivante est, suivant M. Pasteur, le premier agent moteur des décompositions.

L'oxygène de l'air n'est pas cet agent moteur des décompositions organiques, ainsi qu'on l'affirmait depuis Gay-Lussac. La molécule azotée du ferment ne joue pas davantage ce rôle important et ne transmet pas aux molécules voisines l'ébranlement qu'elle éprouve elle-même

[1] Voy. *Sur la nature du miasme prod. du choléra*, par Mojon; trad. de Fontanelle.

durant sa décomposition, ainsi qu'on l'admettait plus récemment avec Liebig; non : la poussière organisée contenue dans l'atmosphère se fixe sur les substances organiques, s'y attache, y développe ses œufs et ses germes. Ces parasites ont une effroyable puissance de prolification. « Là où l'on croyait n'avoir à faire qu'à des matières albuminoïdes mortes, la vie apparaît corrélative de la fermentation, les deux phénomènes commençant et finissant en même temps.... Toutes ces fermentations deviennent impossibles au libre contact de l'air, à la seule condition que l'air ne puisse apporter, dans les matières en présence, les germes organiques que cet air charrie sans cesse au voisinage de la surface de la terre[1]. »

Il s'agissait de démontrer que l'air avec son oxygène est impuissant à provoquer ces altérations, dès que les corpuscules ou poussières se trouvent éliminés ou incinérés. En 1864, l'Académie choisit dans son sein une commission qui répéta maintes fois les expériences de M. Pasteur et constata leur rigoureuse exactitude[2].

Si l'on prend un flacon rempli d'air calciné; si ce flacon est pourvu d'un tube auquel est appliquée une pompe pneumatique qui permette de faire un vide partiel; il est bien clair que la pompe étant enlevée au moment où le tube pénètre dans la veine ou la vessie d'un animal, le sang ou bien l'urine se rendra directement de l'animal dans le flaçon. Le sang ou l'urine enfermé dans ce milieu d'air calciné ne se putréfie pas.

M. le professeur Balard a produit devant l'Académie les explications très-intéressantes qui suivent :

« Parmi les objections de tout ordre qui n'ont certes pas manqué au travail de notre confrère, il y en avait concernant l'état de l'air introduit dans les appareils contenant les matières fermentescibles. « Dans le but, lui objectait-on, de détruire les germes vivants qu'il « pourrait contenir, vous introduisez dans vos ballons de l'air chauffé « au rouge. Mais qui vous dit que, par cette haute température, abs- « traction faite de la mort des germes que vous voulez tuer, vous n'a- « vez pas modifié une des conditions de l'air encore inconnue et de

[1] Pasteur, *Compt. rend. de l'Acad. des sc.*, t. LXXIII, p. 1419.

[2] Commissaires : MM. Flourens, Dumas, Brongniart, Milne-Edwards et Balard, rapporteur.

« nous et de vous-même, et qui est peut-être indispensable pour qu'il « reste apte à développer la vie? Et quand vous opérez avec des « vases fermés à la lampe, n'empêchez-vous pas un renouvellement « de l'air qui est peut-être indispensable? »

« C'est pour répondre à ces deux objections que M. Pasteur institua une expérience décisive dont la commission a vérifié la parfaite exactitude.

« M. Pasteur prend une décoction organique contenant des matières albuminoïdes, et qui se serait remplie de Bactéries s'il l'avait laissée au contact de l'air. Après l'avoir soumise à l'ébullition dans le ballon où il l'a introduite et qu'il a eu le soin d'effiler après cette introduction, il ne ferme pas l'effilure à la lampe, mais il la contourne de manière à ce que son ouverture soit dirigée en bas.

« L'appareil ainsi disposé constitue une espèce de gros thermomètre à air. Quand la température s'élève, il sort de l'air du ballon; il y rentre de l'air *ordinaire* par suite de la contraction. Ces variations de température entre le jour et la nuit établissent donc une circulation constante. Les matières albuminoïdes que les partisans de l'hétérogénie croient produire directement et sans l'intervention d'un germe, les Bactéries, etc., existent dans le ballon [1]; il y entre de l'air qui n'a été altéré en aucune manière, et cependant la vie ne s'y développe pas, et la liqueur albuminoïde conserve sa limpidité parfaite.

« Mais le ballon étant placé de manière à rendre son col vertical, vient-on à casser la pointe, dès le lendemain des êtres organisés commencent à y apparaître, et le plus souvent même dans la portion de liquide qui correspond au prolongement vertical de la petite ouverture faite au col. En présence de ces faits cent fois répétés, il est impossible de ne pas conclure avec M. Pasteur que si l'air contribue à développer la vie, ce n'est pas par ses éléments gazeux, car ils ont pénétré librement dans le ballon, mais par quelque chose qui n'est pas gazeux et qui tombe verticalement dans l'air. Notre confrère

[1] « Si l'on alléguait qu'elles sont altérées par l'ébullition, je rappellerai que, depuis neuf ans, M. Pasteur possède des flacons de ce genre remplis d'urine, de sang, et recueillis directement sur les animaux, ballons qui n'ont point été chauffés, et qui cependant sont encore exempts de toute putréfaction et de tout développement d'êtres vivants. »

affirmait que si ces matières, tenues en suspension dans l'air par leur ténuité, ne pénètrent pas dans le ballon par le tube effilé, c'est qu'à raison des sinuosités de ce tube et de l'humidité qui recouvre constamment sa surface intérieure, ces matières non gazeuses avaient été retenues par leur adhésion pour ses parois.

« Cette déduction paraissait certes bien légitime : la commission voulut pourtant la vérifier par l'expérience directe; elle soumit un des vases ainsi conditionnés à une forte agitation, de manière à ce que quelques gouttes du liquide fermentescible allassent mouiller quelques points de l'intérieur du tube effilé. Dès le lendemain, on voyait des filaments qui, s'irradiant de ce point, indiquaient que la vie s'y était développée.....

« Pour savoir quelle est cette matière, M. Pasteur aspire de l'air et le force à passer dans un tube rempli de coton-poudre, entièrement soluble dans l'éther, et la dissolution du tampon montre, sur un porte-objet du microscope, des corps manifestement organisés[1]. »

Je résume quelques autres expériences très-importantes instituées par le même savant : il a pris le raisin et a suivi ce fruit dans les diverses phases de ses décompositions successives. Une grappe fraîche lavée dans l'eau distillée cède à cette eau une multitude de corpuscules organisés, jaunâtres, ressemblant à des spores de moisissures ou à des grains de levûre alcoolique, parfaitement visibles au microscope. Cette constatation n'a rien de surprenant. Certains corpuscules de l'air ont fait là élection de domicile[2]. Si la pulpe de quelques grains de raisin, appartenant à cette grappe lavée, est renfermée dans un ballon privé de corpuscules aériens, elle ne fermente pas; mais si l'on vient à ajouter quelques gouttes de l'eau qui a servi au lavage, le *mycoderma vini* apparaît et la fermentation se déclare. Mais lorsque l'eau de lavage était préalablement soumise à l'ébullition, pas de fermentation au contact de ce liquide modifié par la température qui a

[1] *Compt. rend. de l'Acad. des sc.*, t. LXXIV, 15 janv. 1872.

[2] « Le germe de la levûre de raisin est le *mycoderma vini*. Ce germe est un de ceux qui sont le plus répandus dans l'atmosphère, particulièrement au printemps et dans l'été. Ce mycoderme a deux modes de vie essentiellement distincts : *moisissure*, il s'empare de l'oxygène de l'air, le fait servir à l'assimilation des matériaux de sa nutrition et le rend à l'état d'acide carbonique; *ferment*, il se développe à l'abri de l'air et devient la levûre alcoolique du raisin. » (Pasteur, *Compt. rend.*, 22 janv. 1872.)

tué les germes. Enfin, si l'on prend le grain de raisin ordinaire, si l'on extrait sa pulpe en évitant tout contact avec son enveloppe extérieure et avec l'air ambiant, il ne s'établit pas de fermentation[1]. Le jus de raison subit donc, dans l'air ordinaire et dans les conditions habituelles, une première fermentation qui le transforme en vin.

Le vin lui-même se modifie à son tour, puisqu'il s'aigrit au contact prolongé de l'air. Ce second changement d'état était expliqué jusqu'ici par l'absorption de l'oxygène atmosphérique qui, s'unissant au vin, produisait le vinaigre. Mais comment l'oxygène s'y fixe-t-il? C'était un point obscur. M. Pasteur étudie de plus près le phénomène et reconnaît que la poussière atmosphérique dépose sur le vin un ferment qui s'y développe rapidement. C'est un végétal microscopique, le *mycoderma aceti,* qui s'étend sur ce liquide et jouit de la propriété d'appeler, de condenser l'oxygène transmis par lui au vin sous-jacent. Le vin ne s'aigrit qu'autant que ce mycoderme intervient et opère lui-même la fixation de l'oxygène dans le vin : c'est le trait-d'union.

Je ne puis rappeler ici toutes les expériences accomplies par l'éminent chimiste sous les yeux de la commission académique; mon unique but a été d'en faire comprendre la nature et la portée. Je répète que ces démonstrations enlèvent à l'oxygène atmosphérique l'action prépondérante qui lui était attribuée jusqu'ici dans ces phénomènes. Que si, dans la plupart des cas de décomposition organique, l'oxygène libre de l'atmosphère intervient et ajoute son action en favorisant le développement des Bactéries et des ferments qui exigent son concours, il est d'autres circonstances où les Vibrioniens empruntent l'oxygène à la substance organique elle-même, sans recourir à l'oxygène libre[2]. « Les ferments seraient des êtres vivants, mais d'une nature à part, en ce sens qu'ils jouiraient de la propriété d'accomplir

[1] *Compt. rend.*, 7 oct. 1872.

[2] Les vibrioniens qui sont dans l'eau, et qui apparaissent si nombreux au début de toute altération organique, sont en forme de petits sacs allongés, se rapprochant de la forme des cellules végétales et des conferves, c'est-à-dire qu'ils ont l'organisation la plus simple. Ils sont animés d'un mouvement oscillatoire qui s'accomplit indifféremment par l'une ou l'autre de leurs extrémités. Ces vibrioniens sont avides d'oxygène, et enlèvent celui qu'ils trouvent dans la matière organisée qui leur sert d'aliments. (Voir Robin, *Microscopie;* Moquin-Tandon, *Zoologie méd.*)

tous les actes de leur vie, y compris celui de leur multiplication, sans mettre en œuvre, d'une manière nécessaire, l'oxygène atmosphérique. Qu'on se souvienne de ces singuliers infusoires qui provoquent la fermentation butyrique ou certaines putréfactions et qui, non-seulement peuvent vivre et se multiplier à l'abri du contact de l'oxygène, mais qui périssent et cessent de provoquer la fermentation si l'on vient à faire dissoudre ce gaz dans le milieu où ils se nourrissent [1]. »

Ces belles expériences, qui ont apporté une pleine lumière à la commission académique, ont provoqué des objections ; je les résume, en saisissant les plus saillantes : puisque la panspermie admet que tous ces germes de ferments divers sont contenus dans l'air qui leur sert de véhicule, comment se fait-il que le *mycoderma aceti*, par exemple, n'aille pas se développer sur d'autres substances auxquelles il transmettrait aussi l'oxygène par lui condensé ? Pourquoi d'ailleurs le développement ici d'un végétal microscopique, et là, à côté, d'une autre espèce de parasite et d'un microzoaire ou infusoire vivant? Si tous les germes sont dans l'air, pourquoi ces différences? Les réponses à ces objections ne sauraient être absolument précises encore : c'est demander déjà à la science, qui entre à peine dans la voie nouvelle, le dernier mot des recherches futures. Ces recherches si importantes, déjà si fécondes, sont elles-mêmes après tout à l'état rudimentaire. Une impatience et une exigence exagérées voudraient déjà connaître la vie propre de ces êtres, leurs habitudes, les causes d'élections de leurs demeures ; mais ne suffit-il pas, pour le moment, d'établir que c'est à leur action que sont dues ces décompositions organiques dont nous sommes témoins chaque jour? Combien d'autres animaux ou végétaux plus connus nous laissent ignorer les causes qui président au choix de leur *habitat!* « Les êtres ne se développent, dit M. Blanchard, que s'ils parviennent à trouver les conditions de leur existence : la loi est générale. » Le savant académicien entre à ce sujet dans des développements consignés dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. LXXIV.

A l'encontre de la *panspermie*, les *hétérogénistes* émettent une

[1] Pasteur, *Compt. rend.*, 7 octob. 1872.

théorie qui peut être ainsi résumée : sans doute les corpuscules de l'air interviennent parfois dans les décompositions organiques; mais c'est l'exception et non la règle. La loi générale veut que la matière se suffise à elle-même dans ces transformations, en empruntant parfois le concours étranger de l'oxygène; il ne lui faut que modifier le groupement de ses molécules pour faire des *générations spontanées* et vivantes de végétaux ou d'animaux tout à fait rudimentaires et d'ordre inférieur.

Enfin la théorie de l'*hémi-organisme*, présentée et soutenue avec un talent distingué, pourrait être résumée ainsi[1] : les botanistes observent au début de tout organisme une masse albumineuse ou des globules albumineux qu'ils ont nommés *protoplasma*. Peu après la vie saisit cette matière rudimentaire, informe d'abord. L'organisme apparaît bientôt sous l'influence de l'air et se développe en cellules organisées. « Quant à moi, je soutiens, dit M. Frémy, que c'est l'organisme même qui crée les ferments, en modifiant, au contact de l'air, ces matières qui ne sont ni liquides ni solides, que j'ai nommées *hémi-organisées*, qui sont vivantes et que les botanistes désignent depuis longtemps sous le nom de *protoplasma*[2]. »

Il est vrai qu'on n'expliquerait pas alors ce fait constaté que l'air privé de ses corpuscules organiques est impuissant à déterminer la décomposition des matières organiques. Si les ferments hémi-organisés étaient là, pourquoi leur inactivité? Si la matière se régénère et se transforme elle-même, pourquoi demeure-t-elle alors inerte?

J'en ai dit assez pour faire apprécier l'état actuel de la question : trois théories en présence attribuent à l'atmosphère une action plus ou moins prépondérante dans les phénomènes des fermentations et des transformations :

1° L'hypothèse qui reconnaît pour cause des décompositions orga-

[1] Voir Mémoires et explications de M. Frémy, *Compt. rend. de l'Acad. des sc.*, t. LXXIV et LXXV.

[2] Frémy, *Compt. rend. de l'Acad. des sc.*, 5 fév. 1872.

Pour connaître les principaux éléments de cette grande discussion, le lecteur pourrait consulter notamment les volumes suivants des *Compt. rend. de l'Acad. des sciences*, t. LVI (p. 739); t. LXXI (p. 415); t. LXXIII (p. 1419 et 1453); t. LXXIV (p. 153, 161, 205, 209, 276, 403, 505, 1201); t. LXXV (p. 781, 784).

niques les ferments mêmes qui lui sont intrinsèques, c'est-à-dire empruntés à sa propre substance, sous la condition que l'oxygène de l'air, l'eau et la chaleur prêtent leur concours : c'est la théorie de l'hémi-organisme;

2° L'hypothèse plus radicale qui, dépassant les limites de la première hypothèse, va jusqu'à prétendre que les végétaux et les animaux rudimentaires sortent de cette substance organique elle-même au moment où celle-ci se décompose ou se recompose : hypothèse qui prête ainsi à la matière en décomposition un pouvoir créateur. Cette thèse est soutenue par les hétérogénistes ou partisans des générations spontanées;

3° Enfin, l'explication du phénomène, telle qu'elle est apportée par M. Pasteur, contrôlée avec tant de soin par la commission académique, explication qui repose sur les constatations expérimentales de ce fait que *sans les germes vivants, les phénomènes de décomposition organique ne s'accomplissent pas;* et que *les sporules et les microzoaires sont véritablement les agents qui déterminent les décompositions des matières organiques, avec le concours de l'oxygène libre le plus souvent, mais toujours de l'eau et de la chaleur qui sont indispensables à leur développement.*

En manière de conclusion, on peut donc tenir pour incontestable le grand principe admis par Cuvier, que « chaque animal a reçu la vie d'un animal ou de deux animaux nommés parents, » car la vie vient de la vie, — *omne vivum ex vivo.*

L'eau et la chaleur.

Un exemple vulgaire peut tout de suite être choisi : le blanc d'œuf (albumine) est bien vite putréfié, lorsqu'il est abandonné au contact des germes atmosphériques; si on le coagule par la chaleur, l'humidité persiste, mais sa résistance à la décomposition est bien augmentée; si on le dessèche complétement, sa conservation est assurée. Ainsi, la même substance se trouve très-altérable, moins altérable, inaltérable. Pourquoi ?

La cause de ces différences ne doit pas être cherchée dans l'humidité, le blanc d'œuf coagulé étant tout aussi aqueux que le blanc d'œuf liquide. Il y a là probablement un effet complexe : les germes, albu-

minoïdes de leur nature, sont atteints sans doute par la chaleur comme l'albumine elle-même que la chaleur a coagulée; ensuite, dans un milieu liquide, les ferments circulent et se propagent plus à l'aise.

L'eau intervient en reliant entre elles les particules organiques, et facilitant la nutrition et la propagation des ferments. Lorsqu'un animal ou un végétal d'un ordre supérieur succombe, on peut bien dire avec Becher que si la vie l'abandonne, c'est qu'un nouvel acte vital s'accomplit au profit d'une multitude d'animaux ou de végétaux d'ordre inférieur; or, la vie végétale ou animale ne saurait subsister sans l'eau indispensable à la séve ou au sang. L'eau exerce sans aucun doute une autre action encore, en apportant ses légions de vibrions et de monades microscopiques.

Les matières en putréfaction empruntent et soutirent l'oxygène, — qui doit accélérer leur transformation, — même aux sels qui en sont le plus avides. On sait que le plâtre (sulfate de chaux), mêlé à des matières putrescibles, augmente les émanations infectes, parce qu'il a cédé son oxygène, s'est transformé en sulfure de calcium qui dégage l'hydrogène sulfuré. Le phosphate de chaux des os lui-même ne résiste pas à cette action réductrice : dans certaines circonstances, il laisse échapper du phosphure d'hydrogène spontanément inflammable.

Faisant abstraction en ce moment de toutes théories sur la genèse des ferments, on peut dire : sans humidité, pas de germes, partant pas de décomposition. Voilà pourquoi le plus vieux de tous les moyens de conservation, c'est la dessiccation. De tout temps, les graines alimentaires ont été desséchées, parce que l'humidité et la chaleur les font germer. Le bois très-humide se décompose vite; celui que nous croyons sec est moins altérable, mais il contient encore 10 à 15 p. 100 d'eau, quantité très-suffisante pour le développement de certains germes. Le bois serait tout à fait à l'abri des altérations, s'il était privé d'eau par une dessiccation complète.

La *chaleur* est nécessaire aux décompositions organiques, parce qu'elle est nécessaire aux reconstitutions organiques. Dès qu'il y a germes, développement de ceux-ci, la chaleur est indispensable. Le froid, je veux dire la congélation, est l'équivalent de la sécheresse;

l'animal et le végétal n'ont plus de séve, elle est figée : donc pas d'acte vital. La combustion lente du carbone dans la matière organique accroît cette température et rend plus parfaites les conditions du développement vital, c'est-à-dire accélère la décomposition du corps organique qui a succombé. Je répète donc, après Becher, que le froid est un agent conservateur. On trouve dans les régions polaires des chairs, comestibles encore, qui appartiennent à des animaux antédiluviens.

L'excessive chaleur produit un effet semblable à la privation de la chaleur; je ne parle pas de la chaleur intense qui détruit la matière organique : tout est dit alors; mais lorsque une substance est soumise seulement à la température de l'ébullition, sa décomposition est arrêtée. Si même cette température élevée pouvait être maintenue, la conservation de cette substance serait assurée lors même qu'elle garderait son humidité. Mais abandonnée de nouveau à la température et à l'air ordinaires, les ferments viennent la saisir et commencer l'altération. Le remarquable procédé d'Appert pour la conservation des substances alimentaires consiste précisément à soumettre ces substances à l'ébullition et à les garantir contre tout retour d'air, en les renfermant dans des boîtes ou des flacons soigneusement soudés ou bouchés.

Ces diverses faces de la question ayant été examinées, il convient de jeter un coup d'œil sur l'ensemble du phénomène de la décomposition organique, accomplie avec le concours habituel de l'air et de ses germes, de l'eau et de la chaleur.

CHAPITRE V

Étude de chimie contemporaine (suite). — Intervention des parasites dans les décompositions organiques. — Structure végétale. — Composition chimique. — Cellulose soudée par matière pectique. — Matière incrustante. — Substances protéiques; leur rôle prépondérant. — Décomposition des tissus herbacés; terreau, humus, nitrification. — Pourriture sèche; analyses. — Action des champignons (*mucédinées*). — Action des larves (*xylophages*). — Termites, tarets. — Décomposition des matières animales; acarus. Les infiniment petits; mesure de leurs forces. — Revue sommaire des phénomènes et des ravages dus aux microphytes et aux microzoaires; leur présence dans les miasmes contagieux (?).

En dehors de toute discussion théorique, il est certain que l'air tient en suspension et charrie des quantités d'œufs d'infusoires et de germes de microphytes[1]. M. Blanchard a récemment rappelé à ses collègues de l'Académie des sciences les recherches micrographiques entreprises, il y a deux siècles, par Leuwenhoeck; ce dernier reconnut alors « que l'eau de pluie qui commence à tomber contient presque toujours des animalcules; cette eau a entraîné les poussières circulant dans l'atmosphère; au contraire, l'eau de pluie qui tombe depuis un certain temps n'offre aucun organisme vivant[2]. » Pour choisir un exemple grossier facilement perçu par notre œil sans le secours d'aucun instrument, je rappellerai la dissémination de ces graines enveloppées d'un long et fin duvet (graines de pissenlit) que le vent emporte dans les champs; c'est là un moyen employé dans la nature pour favoriser la propagation.

Les germes contenus dans l'air enveloppent donc de toutes parts la matière organique. Que ces germes soient insérés dans les aliments distribués aux animaux et même aux végétaux, cela n'est pas douteux.

Lorsque le corps organique est vivant, il oppose à ces germes et à l'oxygène de l'air une résistance proportionnelle à sa propre vitalité; mort, il leur laisse le champ libre.

[1] Quelques micrographes mettent en doute la présence d'ovules d'infusoires, c'est-à-dire d'organismes d'animaux rudimentaires, dans l'air.

[2] *Compt. rend. de l'Acad. des sc.*, 15 janv. 1872.

L'arbre bien portant n'est pas rongé par les végétaux inférieurs, par les cryptogames, par la mousse, etc., qui s'attachent aux végétaux affaiblis. L'enfant, le vieillard débile sont seuls envahis par les parasites, les vers intestinaux. Quand l'arbre succombe ou lorsque l'homme meurt, les êtres inférieurs ne trouvent plus d'obstacles à leur développement ni l'oxygène à ses affinités. Dans ou sur le végétal vivant lui-même il y a des sporules de mycodermes, de cryptogames. Dès que le végétal est mort et que la séve ne circule plus, les rudiments cryptogamiques se développent, les champignons internes, c'est-à-dire les mucédinées microscopiques, s'accroissent, la décomposition du grand végétal commence : l'ennemi était dans la place.

De même pour l'homme : il a introduit en lui ces corpuscules par ses poumons et par ses organes digestifs qui laissent pénétrer tous les jours une quantité considérable de ces êtres contenus dans l'air, dans les aliments liquides ou solides ; ces microzoaires sont en lui et, s'ils parviennent à s'y fixer, prennent dès lors le nom d'entozoaires. Le jour où la circulation s'arrête, ces ennemis effroyablement féconds commencent l'œuvre de la destruction au profit de leur développement. L'observateur qui a manié le microscope et considéré une seule goutte de sang putréfié, reste dans la stupeur en voyant ces moyens de destruction et de reconstitution organiques.

Les bactéries, ces êtres vivants rudimentaires, apparaissent même dans l'homme vivant ; elles ne s'attachent pas à l'homme sain, il est vrai, mais dès qu'il est malade les bactéries envahissent sa bouche, s'insèrent dans le mucus de tout le tube digestif. Les suppliciés, chez lesquels la vie a été supprimée sans maladie, présentent des bactéries douze à vingt heures seulement après leur mort, et ces petits êtres foisonnent dans les résidus alimentaires restés entre les dents et les papilles linguales, dans le tube digestif, dans la bile. J'ajoute que la présence d'une autre petite race microscopique, les vibrions, a été constatée par Leuwenhoek dans les diarrhées ; le *vibrio rugula* dans les selles des cholériques (Pouchet, 1849). M. Davaine a trouvé récemment le Bactéridium dans le sang des animaux et de l'homme atteints de sang de rate, de charbon et de pustule maligne[1].

[1] Voir Robin, *Microscopie*, et Moquin-Tandon, *Zoolog. méd.*

Structure végétale. — Décomposition.

Sans entrer dans de longs développements, je puis dire que les végétaux sont composés chimiquement de :

Substances binaires. . . .	carbone et hydrogène.			
— ternaires . . .	id.	id.	et oxygène.	
— quaternaires .	id.	id.	id.	et azote.

Les végétaux contiennent, en outre, quelques centièmes de substances terreuses (les cendres).

Le végétal, l'arbre spécialement, est une réunion de fibres et de canaux (cellulose) soudés, agglomérés entre eux par une substance glutineuse appelée matière pectique.

La cellulose, qui compose la plus grande masse du végétal, est un composé ternaire pur dans le fil de coton, dans les fils de chanvre et de lin débarrassés des matières étrangères qui les enveloppent ($C^{12}H^{10}O^{10}$); c'est véritablement une combinaison d'eau et de carbone, un *hydrate de carbone.*

Quant à la matière pectique, qui nous apparaît sous forme de gelée lorsqu'on l'a extraite de la groseille, c'est l'agent qui réunit ensemble les fils du bois; elle est imparfaitement connue encore, malgré les belles recherches de Braconnot et de M. Frémy. On peut admettre que souvent c'est une combinaison d'acide pectique avec la chaux qui existe dans le tissu végétal. La combinaison pectique est insoluble dans l'eau; si elle n'était pas insoluble, les végétaux ne se tiendraient pas debout.

Comme la cellulose, l'acide pectique est aussi un composé ternaire ($C^{32}H^{20}O^{28}$), dépourvu d'azote par conséquent.

Cette matière agglutinante soude les fibres et les canaux entre eux, mais laisse entièrement libre le centre de ces canaux qui livrent passage à la séve. Cette séve, admise par les racines, pompée par les feuilles, s'élève par les tubes capillaires jusqu'à ces dernières, et c'est là, au contact de l'air, sous l'influence de la lumière directe ou diffuse, que la feuille respire, dégage l'oxygène, organise cette séve qui descend ensuite par le liber sous l'écorce et constitue le cambium, c'est-à-dire un liquide nourricier organique qui développe l'arbre par cette

partie périphérique (plantes dicotylédones). Ce même liquide nourricier, pénétrant par les rayons médullaires, vient apporter la nourriture à la partie interne du végétal[1].

Les vaisseaux creux, qui constituent le tissu vasculaire dans lequel circule la séve, finissent par s'épaissir, par s'incruster, en vieillissant. Voilà pourquoi les vieux légumes sont plus durs et les arbres âgés plus résistants. Suivant Payen, c'est une nouvelle substance (matière incrustante) qui vient se déposer sur le tissu primitif. Quelques chimistes admettent que la matière dite incrustante n'est que le tissu primitif lui-même appelant à son aide une nouvelle proportion de la même cellulose qui l'a d'abord formé, afin de donner plus de rigidité à la fibre qui se développe; à peu près comme l'os de l'enfant, très-mince et peu résistant, qui s'épaissit graduellement pour constituer une charpente plus solide chez l'homme.

Cependant les expériences de Payen tendent à démontrer que la matière incrustante est un peu plus carbonée que la cellulose; que cette dernière substance reste intacte dans la potasse, tandis que la matière incrustante se colore en brun sous l'influence de l'alcali.

Telles sont les matières qui composent la plus grande partie de la charpente végétale; elles ne sont point azotées. On croyait, il y a à peine un demi-siècle, que le règne végétal ne contenait pas du tout de matière azotée. Les animaux supérieurs, au contraire, étant presque exclusivement formés de tissus azotés, on admettait que là était la principale ligne de séparation chimique entre les deux règnes. Cette ligne est loin d'être absolue; les végétaux contiennent aussi toujours une certaine quantité de matière quaternaire azotée, analogue au tissu animal. C'est même aux végétaux qu'est réservée la fonction de produire la matière organique azotée; l'animal ne fait ensuite que l'extraire et se l'assimiler. L'herbivore est un premier appareil d'extraction; le carnivore, le second appareil. Cette matière azotée, formée par le végétal, transmise à l'herbivore qui la transmet au carnivore, constitue l'aliment plastique et génère leurs chairs.

Il y a donc des matières azotées dans tous les végétaux. Ces ma-

[1] Le cambium contient de la matière organique azotée qui se colore en jaune par l'iode. Certains micrographes assimilent ce liquide nourricier au protoplasma.

tières, dites protéiques parce qu'elles sont au début de toute organisation, jouent un rôle considérable dans le règne végétal, aussi bien au moment où les végétaux se forment qu'au moment où ils se détruisent[1]. L'exiguïté de leurs proportions ne donne pas la mesure de l'influence qu'elles exercent.

L'azote lui-même est ce gaz indifférent qui compose les $\frac{80}{100}$ de l'atmosphère; mais, uni à l'hydrogène ou à l'oxygène, il produit soit l'ammoniaque, soit l'acide azotique, qui sont l'un et l'autre éminemment utiles à la végétation, pourvu que leurs propriétés corrosives aient été préalablement neutralisées. La séve apporte ou l'air fournit aux feuilles ces sels azotés; bientôt ils sont transformés, sous l'influence vitale, en albumine que la séve descendante livre au végétal.

La substance azotée ainsi produite se répartit d'une manière inégale dans la masse du végétal; elle devient même alternativement solide ou liquide sous des influences encore inconnues; elle s'accumule là où la vie s'exerce avec le plus d'activité « et se loge dans les cavités des fibres et en plus faibles proportions dans les parois[2]. » Ainsi, les radicelles des plantes (le chevelu) contiennent une grande quantité de substance azotée; même remarque pour les graines destinées à reproduire le végétal[3], pour les feuilles qui respirent[4]. Le bois, doué d'une vie moins active et presque passive, contient peu de matière azotée (environ 1 pour 100 d'azote ou, en matière azotée,

[1] La matière protéique azotée a pour formule $C^{36} H^{25} O^{10} Az^{4}$. Unie à une petite proportion (1 à 2 p. 100 environ) de soufre et de phosphore, elle constitue : l'albumine, la fibrine, la caséine, la légumine ou caséine végétale. (Voy. 2e part., ch. II.)

Il ne faut pas établir de confusion entre la proportion d'azote contenue dans une matière azotée et cette matière azotée elle-même. Étant donné l'azote contenu dans une substance animale ou végétale, il suffit de multiplier par 6,5 pour avoir le poids de la matière azotée. Une opération inverse indiquerait le poids de l'azote contenu dans l'une de ces substances. La chair musculaire desséchée, presque exclusivement composée de matière organique azotée, contient 14 p. 100 d'azote $\times$ 6,5 = 91.

[2] Payen, *Mémoire sur la conservation des bois.*

[3] Le blé dur contient jusqu'à 22 p. 100 de matière azotée. $\left(\frac{22}{6,5} = 3,4 \text{ p. 100 d'azote.}\right)$

[4] Feuilles d'acacia sèches, 15,57 d'azote p. 1000 (15,57 $\times$ 6,5 = 10 p. 100 de mat. azot.).
— de poirier, 15,80 —
— de chêne, 15,65 —
— de mûrier blanc, 60,66 —
— de hêtre, 19,06 —
— de peuplier, 11,66 —

6,5 pour 100). Cette proportion de matière azotée se trouve entourée, dans le bois surtout, d'une telle gangue ligneuse très-résistante, qu'elle est comme perdue dans ce milieu[1]; elle est plus abondante dans les jeunes pousses que dans le tronc. Les pois, les choux, les asperges, contiennent une abondante quantité de matière azotée; c'est une véritable chair végétale très-recherchée pour notre alimentation.

Cette matière azotée, qui apparaît avec la vie du végétal, devient aussi le point de départ de sa décomposition. Quelle que soit la cause originelle de l'altération, celle-ci commence toujours par la substance azotée; de là elle se propage. La combustion lente, c'est-à-dire l'incendie, une fois commencé, se poursuit. On peut donc assurer à la matière organique une plus longue durée, si l'on prend, par exemple, dans un végétal les matières cellulosiques qu'il produit, telles que le duvet de coton, la fécule des pommes de terre, etc., c'est-à-dire les parties exemptes d'azote. On obtient le même résultat si l'on parvient à éliminer d'un végétal la matière azotée qu'il contient; ou bien enfin si, laissant subsister en lui cette matière azotée, elle est rendue impropre à la nutrition végétale et animale. Un exemple : le chanvre est très-putrescible, parce qu'il contient beaucoup de substance azotée, mais si on provoque rapidement la décomposition de celle-ci, en l'arrêtant toutefois avant qu'elle ait atteint les fibres textiles, la matière azotée seule s'est décomposée et les fibres textiles s'en trouvent ainsi séparées. Ces fils de cellulose échappent à la décomposition ultérieure, parce qu'ils sont débarrassés de la matière azotée qui les enveloppait; leur conservation serait même indéfiniment assurée, si on les préservait alors de tout excès d'humidité ou des germes atmosphériques. Voilà pourquoi les vieux volumes, les anciens manuscrits, ceux-là qui sont imprimés ou écrits depuis des siècles sur du papier de chanvre, sont parvenus jusqu'à nous.

On aurait pu encore prendre la plante textile tout entière et prévenir sa décomposition, en l'immergeant dans une solution de per-

[1] Dans son travail sur l'alternance des espèces forestières, M. Béraud rappelle que les bois durs ou tendres contiennent de trois à quatre kil. d'azote par stère.

chlorure de mercure : il se produit alors, entre la substance azotée et le sel mercuriel, une combinaison absolument hostile à toute nutrition, soit animale, soit végétale. Dans ces conditions, la matière azotée reste à l'abri de toute atteinte, et la plante entière participe dès lors à cette immunité ; il n'y a là d'autre modification que celle qui lui a été imprimée par le sel mercuriel. Le secret de la plupart des procédés de conservation est donc là : rendre imputrescible la matière azotée, c'est-à-dire la placer dans des conditions telles, que les végétaux et les animaux ne puissent plus se l'assimiler. On ne saurait donc agir ainsi, lorsqu'il s'agit de conserver des aliments pour les animaux (matières comestibles) ou pour les végétaux (engrais).

L'embryon contenu dans le grain de blé est un corps vivant ou du moins qui a sa vie en disponibilité, prête à apparaître dès que les conditions de chaleur et d'humidité lui deviennent propices ; mais si on détruit la vie en lui, en le pulvérisant et le transformant en farine, alors l'humidité et la chaleur le putréfient, c'est-à-dire que sa matière azotée sert à la nutrition de végétaux, d'animaux microscopiques, et à la production de l'ammoniaque, de l'acide acétique, etc.[1]. On préserve d'altération la farine et le blé, en les plaçant à l'abri de l'humidité.

Que si, dans les mêmes conditions de chaleur et d'humidité abon-

[1] C'est ainsi que s'accomplit la décomposition de la farine, lorsqu'on forme avec elle et l'eau une pâte claire ; mais si la pâte contient seulement 30 p. 100 d'eau, comme dans le pain, et si ce pain, levé et cuit, est enfermé dans un lieu humide, à l'abri de la lumière, alors d'innombrables végétaux parasites se développent et forment dans ce pain *moisi* des taches dangereuses, toxiques, dues à des mucédinées ou champignons microscopiques. (Voy. Mémoire de MM. Rochard et Legros, 1872.)

Taches rougeâtres. . .	Oïdium aurantiacum. Thamnidium.
Taches vertes.	Aspergillus glaucus. Penicillum glaucum.
Taches noires.	Rhizopus nigricans.
Taches blanches. . . .	Mucor mucedo. Botryitis grisea.

Remarque faite ici que les champignons vivent dans des conditions opposées à celles qui assurent l'existence des végétaux supérieurs ; ainsi les champignons microscopiques ci-dessus désignés croissent à l'abri de la lumière et dégagent d'une manière permanente de l'acide carbonique.

dante, on met de la sciure de bois, la décomposition s'opère aussi, mais avec beaucoup de lenteur, parce que la dose d'azote est moins grande, et surtout parce que la substance azotée est engagée dans le tissu fortement agrégé du bois : au lieu de cinq ou six jours, nécessaires à la décomposition de la farine de blé, il faudra plusieurs mois et mêmes plusieurs années avec la farine de bois. On voit la sciure brunir peu à peu; des cryptogames (mucédinées) prendre naissance sur elle comme un léger duvet. Si la capsule chargée de sciure humide a été placée sous une cloche en verre, dans une atmosphère de temps en temps renouvelée, on constate que l'air sortant est chargé d'acide carbonique : c'est un phénomène de décomposition ou de pourriture lente.

Lors donc que la matière azotée et l'humidité abondent, décomposition très-rapide des matières organiques, pourvu qu'on facilite l'accès de l'air tiède; au contraire, c'est la décomposition lente qui se produit, lorsque la matière azotée est en petite proportion, insérée dans un tissu fortement agrégé qui s'oppose à l'action de l'air : j'admets d'ailleurs que dans cette expérience comparative on a laissé égales, de part et d'autre, la dose d'humidité et la température.

Ceci amène tout naturellement à rechercher quelle est la nature de la décomposition qui s'accomplit et affecte des formes différentes suivant que le végétal est herbacé ou ligneux, c'est-à-dire suivant qu'il offre plus ou moins de prise aux agents d'altération.

Décomposition des végétaux herbacés.

Les végétaux jeunes chargés d'humidité s'échauffent rapidement et se transforment en humus brun. Tout concourt à cette facile décomposition : les fibres ligneuses et les vaisseaux sont peu résistants, la matière azotée est plus abondante, l'eau normale ou plutôt la séve albumineuse gorge ces tissus; ils sont ainsi accessibles de tous côtés aux ferments et à l'oxygène. Il suffit que le *tassement* n'empêche pas l'accès de l'air, pour que la décomposition marche d'une manière très-rapide; elle est moins rapide déjà dans la paille mûre, parce que son tissu a cédé l'azote au grain, et qu'en raison de cette migration la paille est non-seulement peu azotée, mais aussi elle est

plus dure et plus résistante. On est obligé d'accélérer sa décomposition, en ajoutant une substance azotée (les fientes, le purin) et aussi de l'eau qui amollit les tissus et hâte les transformations.

Durant cette décomposition, qui se produit avec dégagement de chaleur et d'électricité, mais surtout lorsqu'elle approche du terme et que le végétal devient terreau, il se produit un phénomène particulier, la *nitrification*. Alors l'azote de l'atmosphère s'ajoutant à l'azote échappé de la substance organique contribue à la production des sels azotés, ammoniacaux. En effet, la matière organique azotée a presque complétement disparu ; sa trame détruite s'est convertie en gaz échappés ou dissous.

Cependant ce terreau brun contient encore de la matière azotée ; il contient toutes les cendres alcalines du végétal et aussi des organismes brisés. Cet humus n'est pas le dernier terme de la décomposition. Substance de transition entre la matière organique et la matière inorganique, ainsi placée sur les confins des deux règnes, brun et poreux comme la mousse de platine, il condense l'azote et sans doute aussi l'ozone atmosphériques, les combine, engendre l'acide azotique, pourvu que cet acide trouve une base alcaline pour se fixer.

On a produit différentes explications du phénomène de la nitrification ; cette diversité d'opinion prouve leur incertitude. Le fait en lui-même est indubitable. Le terreau organique provoque, surtout dans le sol calcaire et alcalin, la fixation de l'azote atmosphérique à l'état d'acide azotique.

L'humus brun est insoluble dans l'eau, insoluble également dans l'alcool et dans les acides, mais soluble dans les alcalis qui se chargent de cette substance et se colorent dès lors en brun-foncé. Ceci révèle la tendance acide de l'humus qui cherche à s'unir aux bases alcalines. Si on traite l'humus par la potasse, celle-ci l'emporte dans sa dissolution à l'état d'humate de potasse ; et cet humate de potasse traité par l'acide sulfurique cède sa potasse à l'acide plus énergique, en laissant précipiter une substance brune, presque noire, qui est l'acide humique dégagé de la gangue terreuse.

Cet acide humique ou ulmique, découvert par Braconnot, offre des proportions différentes de carbone, d'hydrogène et d'oxygène, suivant les matières qui lui ont donné naissance, et suivant le degré

d'altération ou de fermentation de ces mêmes substances : ce qui revient à dire que toutes les conditions de la décomposition organique ne nous sont pas exactement connues; il y a des actions intermédiaires ignorées, qui ramènent graduellement la matière organique à l'état de gaz et de vapeurs. L'humus lui-même n'est pas un principe stable, mais un corps qui précède la totale dispersion de la matière organique. Tout en subissant cette décomposition dernière, il remplit une fonction dans le sol, en fixant les éléments de l'air ainsi nitrifiés[1].

Les produits fixes de la décomposition ont fait surtout l'objet du précédent examen; mais la matière organique tout entière, y compris son terreau, finit par se transformer en vapeurs et en gaz, hormis les cendres. C'est une double restitution qui est faite : 1° au *sol*, de ses produits terreux; à l'*air*, des vapeurs et des gaz que le végétal lui avait empruntés. Le carbone s'est brûlé, produisant de l'acide carbonique; l'hydrogène s'unit à l'azote de la substance albuminoïde et produit de l'ammoniaque; l'oxygène et l'hydrogène régénèrent de l'eau. Tout redevient de la sorte inorganique. A cette transmutation n'échappent momentanément que les parasites vivants qui se sont assimilé cette substance alors qu'elle était encore organisée.

Cette décomposition graduelle du végétal donne, comme dernier terme, les produits mêmes de sa combustion, avec cette différence que la combustion vive n'eût pas laissé une nourriture pour les nouveaux êtres vivants, ni une substance poreuse propre à combiner les gaz atmosphériques et à favoriser la végétation. C'est donc avec ces restrictions et ces réserves que l'on doit appliquer au phénomène de la décomposition organique le nom de combustion.

Décomposition des bois. — Pourriture sèche.

Les grands végétaux, les arbres, finissent aussi par produire les mêmes gaz et subir la même décomposition, mais ici plusieurs causes la retardent. Parmi ces causes il faut signaler : 1° l'agrégation du tissu ligneux par là soustrait, en partie, au contact et à l'action de l'air; 2° la rareté, dans les bois, de ces matières protéiques ou

[1] L'acide humique contient de 65 à 71 de carbone, 6 à 7 d'hydrogène et 20 à 24 d'oxygène.

azotées qui subissent et provoquent les premières altérations; 3° la sécheresse relative.

Il est de toute évidence que l'air favorisant les décompositions, la texture qui rend moins facile l'accès de l'air dans le bois entrave et retarde la décomposition. Les copeaux sont plus inflammables que le bois qui les a produits. L'agrégation du bois ou le rapprochement de ses molécules est donc un premier obstacle. D'autre part, la matière albuminoïde étant peu abondante et protégée par un tissu cellulosique très-résistant, il s'ensuit que la décomposition du bois est retardée. Si le bois ne contenait pas cette matière azotée, il se conserverait presque indéfiniment sans altération; au contraire, la décomposition serait hâtée, si on injectait en lui des matières albuminoïdes. C'est cette matière azotée qui détermine surtout l'altération du bois. Or, la séve étant albuminoïde, si l'on coupe un arbre en pleine séve, on favorise sa décomposition, puisqu'on ajoute à la substance azotée fixée dans les tissus la substance azotée contenue dans le liquide séveux; les vers et les champignons s'en emparent plus promptement. L'antiquité même avait observé que les arbres coupés en pleine végétation n'ont pas la même durée; mais on ignorait la cause de cette altération prématurée; l'action de la lune paraissait alors prépondérante. Aujourd'hui nous disons : accroître dans un tissu ligneux la dose de matière azotée, c'est fournir un aliment aux végétaux et aux animaux rudimentaires.

Le troisième obstacle à la décomposition du bois est la sécheresse relative. Si la sécheresse était absolue, dans une étuve, la conservation lui serait indéfiniment acquise. L'expression de *pourriture sèche* est donc inexacte; la pourriture ne s'accomplit qu'au sein de de l'humidité. Mais on emploie ces mots pour opposer le phénomène à celui qui s'effectue au sein d'une humidité plus abondante. La sécheresse est relative dans le bois qui contient ordinairement 15 pour 100 d'eau, lorsque nous l'estimons sec. L'eau très-abondante dans les tissus herbacés (jusqu'à 90 pour 100) concourt à leur prompte décomposition. Mais ici, dans le bois considéré comme sec, elle est juste suffisante néanmoins pour entretenir la vie des vers, des champignons, et contribuer à la décomposition des fibres ligneuses qui perdent peu à peu leur ténacité.

L'arbre abattu, ou même la branche morte qui adhère à son tronc, la poutre de nos constructions, sont donc en continuel travail de transformation. Dans ce travail lent, appelé pourriture sèche, le bois se modifie physiquement et chimiquement.

Physiquement. — Le bois perd sa cohésion, tout en conservant sa forme extérieure. Ses fibres n'accusent aucune désorganisation profonde et néanmoins elles ont perdu leur résistance; elles tombent en poussière au moindre froissement. Que s'est-il donc passé? Il ne faut pas craindre d'avouer encore ici notre ignorance; cet aveu sollicite les recherches. Si l'on examine ce bois simplement à la loupe, il présente des grains analogues à la sciure; ce sont des débris laissés par les vers qui en ont extrait à leur profit la matière albumineuse, azotée. On remarque encore très-bien les moisissures, champignons microscopiques (le Boletus lacrymans, etc.). Dans des conditions favorables d'humidité, les germes ou sporules (mycelliums) des champignons pénètrent dans le bois ou se déposent sur lui, se développant et se propageant à l'aise. D'un autre côté, les œufs pondus par les insectes, et maintenant devenus larves, sucent les sucs nourriciers.

Dans les contrées chaudes et humides, là où sous cette double influence les insectes abondent, ces altérations des bois sont bien plus promptes. Ainsi, au Sénégal, la fourmi blanche (termite belliqueux) est un formidable agent de destruction; il ronge intérieurement le bois, le découpe comme de la dentelle, mais respecte l'enveloppe corticale; rien ne décèle sa présence. En une saison, toute la charpente d'une maison est dévorée par ces insectes, sans qu'aucun signe extérieur trahisse ces ravages et le danger. Dans la relation de son voyage au cap de Bonne-Espérance, Spartmann insiste longuement sur les mœurs, les habitudes et les singulières demeures de cet insecte. Le ventre de la femelle grandit démesurément, à ce point qu'il devient 1,500 fois à 2,000 fois plus volumineux que le reste de son corps et qu'elle émet sans relâche ses œufs au nombre de soixante par minute. En admettant même quelque exagération, la prodigieuse fécondité de cette espèce est attestée et incontestable[1].

[1] Voyage de Spartmann au cap de Bonne-Espérance; voy. *Dict. d'hist. nat.* de Guérin, 1839.

Ce redoutable ennemi du bois au Sénégal n'existe pas heureusement dans l'Europe qui donne asile pourtant à certaines variétés, moins grandes, de la même famille. Tandis que le termite sénégalien a quelquefois plus de 2 centimètres de longueur, les termites qui existent dans quelques contrées d'Europe et dans quelques régions de la France, ont une longueur de 5 à 6 millimètres seulement.

Latreille a découvert aux environs de Bordeaux un termite qui vit dans les pins (le *termite lucifuge*). Ce même termite s'est introduit dans les ateliers de la marine, à Rochefort, et puis s'est répandu aux environs (La Rochelle, etc.); il n'a pas franchi ces limites. On admet généralement qu'il a été importé d'Amérique; mais peut-être n'est-il pas nécessaire de recourir à cette explication, puisqu'on le rencontre dans l'Europe méridionale. Le *termite flavicole* envahit les bois d'oliviers en Espagne et, parfois aussi, dans le midi de la France.

Les vers qui dévorent les bois de nos pays y séjournent deux ou trois ans, jusqu'au moment où ils sont transformés en insectes parfaits, et s'échappent alors sous forme de mouches ou de papillons. La famille des Xylophages ou Lignivores (*mangeurs de bois*) appartient à l'ordre des coléoptères qui forment un grand nombre de genres, d'espèces et de tribus; ils rongent nos bois pour s'approprier la matière azotée.

Le scolyte, de l'ordre des coléoptères, dépose ses larves dans le bois où elles subissent toutes les métamorphoses. Lorsque les larves, les chrysalides, les nymphes, sont devenues des insectes parfaits, ceux-ci ne quittent leur demeure ténébreuse que pour venir *au-dessus* de l'arbre *dans* lequel ils ont subi toutes leurs évolutions.

Les sternoxes, les longicornes, encore de l'ordre des coléoptères, déposent sur le bois leurs larves, rongent le ligneux pulvérisé par leurs mandibules très-résistantes. En général, le corps de ces vers est flasque et albumineux : toute la puissance se concentre dans l'outil rigide qui ronge la fibre végétale.

Les œufs deviennent larves ou vers et se métamorphosent en chrysalides dans l'intérieur même du bois; mais, dès que ces dernières arrivent à l'éclosion, l'insecte parfait s'enfuit, s'envole et n'y

revient que pour pondre ses œufs et y installer la nouvelle génération. La propagation de ces insectes est telle, qu'ils altèrent en quelques années une grande quantité d'arbres, ruinent une forêt et obligent les propriétaires à vendre comme combustible des bois qui étaient destinés aux constructions.

Je ne parle ici que pour mémoire d'un mollusque, le Taret, qui a la forme d'un énorme ver grisâtre (0^m,30 de longueur et 2 millim. de diamètre). Ce térébrant perfore les bois à la mer (voir le chapitre *Bois de marine*).

En même temps donc que tous les lignivores font du bois leur nourriture, les champignons étendent sur et dans le tissu ligneux leurs fibres minces et leurs réseaux absorbants qui ressemblent parfois à des toiles d'araignées. Le bois, ainsi livré en pâture au règne végétal et au règne animal, subit encore l'action de l'humidité et de l'oxygène, dégage de l'acide carbonique, de la vapeur d'eau; il se brûle lentement et ne laisse subsister que cette apparence de bois signalée plus haut. Sa densité est bien changée : tandis qu'un petit cube de bois d'orme normal pèse 9, un semblable cube de même bois, qui a subi la pourriture sèche, ne pèse plus que 2 environ, les deux échantillons ayant été d'ailleurs préalablement desséchés à 100°, afin de les placer dans des conditions comparables.

Étudié *chimiquement,* le bois vermoulu offre cette particularité qu'il se dissout, comme l'humus, dans les alcalis.

Quelques analyses, rapportées par Liebig dans la *Chimie appliquée à la physiologie végétale,* p. 467, 2e édition, établissent que dans le bois pourri la proportion de carbone devient prépondérante; ce qui est la conséquence d'une élimination simultanée des éléments de l'eau contenus dans le bois,

Le bois de chêne dans son état ordinaire a été pris pour type, afin d'apprécier les modifications chimiques que la pourriture lui fait subir. Ce bois de chêne normal, desséché à 100 degrés, a été autrefois analysé par Gay-Lussac et Thénard, qui lui ont trouvé la composition inscrite dans la première ligne de chiffres ci-après, abstraction étant faite de tous les éléments autres que le carbone, l'hydrogène et l'oxygène :

	Carbone.	Hydrogène et Oxygène ou éléments de l'eau.
Bois de chêne normal.	52,53	47,47
[1] Bois de chêne pourri.	53,56	46,44
[2] Bois de chêne pourri.	56,211	43,789

Ces analyses tendent donc à démontrer que l'oxygène et l'hydrogène, c'est-à-dire les éléments de l'eau qui, avec le carbone, constituent la cellulose, disparaissent en même temps que le carbone lui-même. Les molécules de carbone étant les plus nombreuses dans la cellulose, la dispersion d'un nombre égal de molécules d'eau finit par rendre le carbone de plus en plus prépondérant dans le résidu.

Mais ces analyses ne nous fixent pas sur deux éléments importants contenus aussi dans les bois, à savoir : l'azote et les cendres. Le premier de ces corps doit exercer, dans tous ces phénomènes, une action très-active : il serait essentiel de connaître les modifications qu'il subit. C'est donc une étude à compléter.

Décomposition des matières animales. (Virus, miasmes?)

La chair musculaire, le sang qui la produit, sont presque exclusivement formés de matière azotée : nous pouvons par là prévoir la facilité de leur décomposition.

L'altération de ces substances est rapide, en effet, on pourrait dire immédiate. La chair, en s'altérant, nourrit de nombreux acarus qui se hâtent d'en faire leur *habitat;* elle les appelle, elle les attire comme un *aimant naturel;* elle dégage de la vapeur d'eau, de l'acide carbonique et de l'ammoniaque. Je rappelle que la matière azotée (fibrine, albumine, etc.) contient toujours une petite quantité de soufre et de phosphore. On pouvait négliger ces faibles proportions des deux corps simples en parlant des végétaux qui contiennent si peu de matières albuminoïdes; mais, à propos de la décomposition d'une substance exclusivement azotée, il faut bien en

[1] Recueilli dans un tronc creux : présentait encore la texture fibreuse du bois, mais très-friable; couleur brun-chocolat.

[2] Échantillon provenant d'un autre chêne ; couleur brun-clair; plus altéré que le précédent.

tenir compte. C'est la combinaison de l'hydrogène avec le soufre et le phosphore contenus dans les matières albumineuses qui provoque le dégagement de l'hydrogène phosphoré et de l'hydrogène sulfuré. Remarque a été déjà faite ailleurs que les sulfates imprégnant les chairs sont eux-mêmes décomposés et ramenés à l'état de sulfure qui augmente encore la production de l'hydrogène sulfuré.

Indépendamment des produits analysés, dosés, qui résultent de la décomposition des matières végétales et animales; indépendamment de l'acide carbonique, de l'ammoniaque, de l'eau, de l'hydrogène phosphoré, de l'hydrogène sulfuré, qui proviennent de telles décompositions, il y a des corps qu'on n'a pas saisis, qu'on soupçonne depuis longtemps, qu'on entrevoit presque aujourd'hui.

Les marais, en laissant décomposer les matières végétales, répandent le gaz des marais (hydrogène protocarboné); mais cet hydrogène carboné, lorsqu'il sort pur des laboratoires, ne donne pas les fièvres. Quel principe y ajoutent donc les marais pour que le gaz échappé de leurs eaux apporte dans nos poumons et notre sang la cause des fièvres paludéennes? Quelle est la nature intime de cette matière recueillie par Moscati? Et pourquoi les animaux ne subissent-ils pas la même influence, bien qu'ils soient plongés aussi dans la même atmosphère[1]?

On est autorisé à admettre qu'il y a là un agent organisé qui vient nous apporter ces perturbations. La remarque suivante n'a pas été produite; elle me paraît concluante : les gaz (*inorganiques*), lorsqu'ils sont vénéneux, exercent leur action toxique, avec des intensités variables seulement, sur tous les êtres animés; au contraire, les miasmes réagissent sur certains êtres et ne réagissent pas sur d'autres êtres plongés dans la même atmosphère : il y a donc là une *élection* qui implique le miasme vivant et organisé; c'est l'habitude des microphytes et des microzoaires de choisir leur *habitat*.

[1] Le professeur Salisbury ayant constaté dans l'air voisin des marais la présence de cellules colorées de la famille des palmélées, on avait admis que la maladie n'avait pas d'autre cause. Pendant le jour, l'air des districts fiévreux ne contient plus de spores. Il n'y a toutefois rien d'absolument certain encore sur l'action des cryptogames dans les phénomènes des fièvres paludéennes.

Il suffit de quelques observations et de quelques réflexions pour rester frappé des ravages exercés par les *infiniment petits* qui se manifestent à nous, depuis quelques années surtout, soit que le règne végétal ou le règne animal nous les apportent ; ce sont des fléaux publics, tant leur fécondité est grande. Cette puissance de prolification, signalée déjà à propos des termites, est très-réelle, bien qu'elle nous paraisse surprenante. Je cite, en courant, les principaux faits contemporains.

Quelle était la cause naguère de la maladie des pommes de terre et de la disette de ce tubercule, noirci et pourri dans le sol même? C'était tout simplement un végétal cryptogamique, un champignon (*peronospora infestans*) qui venait se déposer d'abord sur les feuilles, se propageait, s'infiltrait graduellement dans le tubercule.

Pourquoi le midi de la France et le nord de l'Italie ont-ils poursuivi sans succès, pendant ces quinze dernières années, l'élevage des vers à soie? parce que ces larves étaient elles-mêmes rongées par la muscardine, c'est-à-dire par une mucédinée ou un champignon microscopique découvert par Bassi (*Botrytis Bassiana*). Cette plante se développe dans le corps du ver et, après cent heures de séjour, elle fructifie dans ce milieu, elle laisse détacher des sporules très-nombreux, blancs et si petits (cinq millièmes de millimètre) qu'il en faudrait réunir deux cents bout à bout pour occuper une ligne ayant un seul millimètre de longueur. Cette poussière, emportée par le vent, propage la contagion.

Le ver à soie est encore sujet à la *pébrine*, maladie due à des corpuscules vibrants (*psorospermies*) qui se trouvent même dans les œufs du papillon malade.

Tout récemment encore l'Allemagne a été effrayée, en voyant la chair de porc infestée parfois d'innombrables animaux qui vivent et se développent dans le porc vivant. Si cette chair n'a subi la température de l'eau bouillante qui tue les animalcules, l'homme qui la mange est lui-même envahi, les animaux pullulent en lui et le vouent à une mort certaine. Dans un centigramme de chair musculaire d'une cuisse, Leuckart a trouvé douze à quinze de ces animaux vermiculés. Quelle est donc cette maladie récemment découverte? la trichinose. L'agent? les trichines.

Moins malfaisant sans doute, mais exerçant aussi ses ravages sur nous, est l'acarus ou le sarcopte de la gale, qui se réfugie sous l'épiderme et se transmet à celui qui le touche.

Il y a quelques années à peine, une grande partie des vignobles français étaient envahis par un microphyte, un végétal cette fois, qui dévorait feuilles et fruits, étendant sur eux sa génération comme une lèpre : c'était l'*oïdium Tuckerii*. Grâce au soufre, on est parvenu à chasser cet ennemi.

Aujourd'hui, la vigne est attaquée encore dans le sud-est de la France, non plus par un ennemi végétal, mais par un petit animal très-résistant et effroyablement fécond. Cet ennemi, importé d'Amérique, s'insinue dans les fentes du sol, se niche dans le chevelu des racines qu'il dévore, tuant ainsi la plante ; il hiberne dans la racine même, attend le printemps pour répandre sa progéniture qui s'élève jusqu'à la superficie du sol; le vent l'emporte et la sème au loin. Que de ruines a déjà causées le petit insecte importé chez nous en 1865 (*phylloxera vastatrix*) !

Je note, en passant, ces conditions particulières : le miasme paludéen exerce son activité sur l'homme et non sur les animaux qui respirent la même atmosphère. Le phylloxera choisit les racines de la vigne, dédaignant absolument les racines des végétaux voisins.

La résultante des actions individuelles exercées par ces petits êtres, — végétaux ou animaux, — est formidable. Je choisis un exemple emprunté au très-remarquable travail publié récemment par M. Dumas sur les fermentations et sur le ferment de levûre de bière [1]. C'est la première fois que sont mesurées ces forces et énumérés les êtres qui les mettent en jeu. Il s'agit ici de ces petites cellules organisées (véritables corpuscules vivants) qui composent la levûre de bière : cette levûre avait été préalablement essorée entre des papiers buvards pour enlever l'excès d'humidité : « Avec un grossissement de 550 diamètres, on trouve que le nombre de cellules varie de 60 à 77 par millimètre carré apparent, c'est-à-dire 19,800 cellules par millimètre carré réel, et 2,772,000 par millimètre cube effectif.

[1] Dumas, *Rech. sur la fermentation alcoolique.* (*Compt. rend. de l'Acad.*, 5 août 1872.)

« La densité de la levûre, à cet état de pâte un peu ferme, diffère peu de celle de l'eau; elle est égale à 1,036. On peut donc compter 10 grammes comme équivalant à 10 centimètres cubes et réciproquement.

« Dans l'expérience qui précède, j'avais délayé 10 grammes ou 10 centimètres cubes de levûre essorée dans 150 centimètres cubes d'eau; j'avais donc employé 27 milliards 772 millions de cellules.

« On pourrait dire que 20 ou 30 milliards de cellules ont détruit par minute 1 centigramme de sucre et produit 5 milligrammes d'alcool environ.

« Si, au lieu d'agir sur le sucre seulement, la levûre eût été en présence d'une matière animale, les résultats eussent été différents. Mais, dans les conditions énoncées, on pourrait dire que la force des cellules est telle que, pour décomposer un gramme de sucre en une heure, il faut 400 milliards de cellules, et qu'en les supposant toutes en action, ce qui n'est pourtant pas vraisemblable, la force moyenne de 100 milliards de cellules, pris pour unité, représenterait un quart de gramme de sucre décomposé à l'heure.

« Si l'on essayait d'exprimer en chiffres le nombre de cellules de levûre ou de leurs analogues, qui travaillent chaque jour pour fabriquer notre pain ou chaque année pour produire le vin, la bière et le cidre que nous consommons, on ferait reculer même les astronomes. Soit qu'on plonge le regard sur ces infiniment petits, soit qu'on l'élève vers les distances infinies de l'espace, on reconnaît également l'impuissance de l'homme à se représenter des nombres aussi éloignés des grandeurs à sa portée. »

Ce n'est certes pas une chimère qui fait considérer la vie physique comme une lutte, une défense permanente contre les êtres inférieurs qui exercent une action prépondérante dans toutes les décompositions organiques; ce n'est sans doute pas une chimère de croire que les maladies épidémiques n'ont pas d'autre cause. Toutefois cette dernière démonstration n'est pas faite d'une manière absolue; on n'a pas encore placé sous la lentille du microscope les corpuscules organisés qui engendrent ces maladies. Mais que de présomptions, d'inductions, d'analogies, donnent de force à cette croyance! Nous en sommes réduits aux suppositions, l'étude de la décompo-

sition organique étant incomplète encore. Cet aveu n'enlève rien à la reconnaissance due aux auteurs des découvertes déjà accomplies et surtout aux savants français qui ont ouvert et qui parcourent les voies nouvelles.

Une commission médicale internationale fut instituée, il y a une dizaine d'années, en vue de rechercher la cause du choléra, et surtout d'indiquer les moyens que devraient employer les gouvernements européens pour s'opposer à l'importation et à la propagation du fléau. Le choléra, endémique dans l'Inde, est importé souvent d'Afrique dans nos contrées occidentales. On avait remarqué qu'à la suite du très-nombreux concours des pèlerins mahométans qui affluent chaque année à la Mecque pour célébrer les fêtes du prophète, le choléra naissait ou se développait dans cette localité, pendant les chaleurs de la saison, dans des conditions d'intensité remarquables. Ces caravanes d'Hadji, à leur retour, semaient leurs morts sur les routes, et, parmi les survivants, ceux qui étaient malades contaminaient les contrées par eux parcourues. La commission remarquait encore que ces agglomérations de pèlerins immolaient dans leur ville sainte une quantité innombrable de moutons dont le sang, les viscères et tous les débris étaient abandonnés avec une incurie tout orientale sur la voie publique, exposés aux ardeurs du climat. Cette décomposition intense, accomplie dans des conditions mal étudiées encore, paraît être l'origine de la maladie épidémique. Que se produit-il là? Les gaz de la décomposition se manifestent assurément, mais il serait insensé de les rendre responsables de telles épidémies. En même temps que ces gaz se manifestent, la substance altérée sous l'influence de la température élevée provoque, appelle, attire des germes qui nous sont encore inconnus. Je ne dirai pas toutefois que c'est un *deus ignotus*, parce que toutes les analogies indiquent ici la présence d'un être organisé qui se propage et s'empare de la constitution humaine, sans atteindre les animaux. Aucun doute qu'on ne parvienne à saisir bientôt cet agent d'épidémie.

La commission internationale remarque, après M. Ch. Pellarin, que les déjections alvines des cholériques constituent l'un des principaux moyens de propagation. Depuis 1849, M. Pellarin n'a cessé

d'appeler l'attention sur ce point[1]. Dans ces déjections abondent les vibrions de l'espèce du *vibrio rugula* ou vibrion ridé : ils sont là par myriades, à peine perceptibles au microscope (longueur $0^{mm},008$, épaisseur $0^{mm},0007$, — Dujardin).

Les nouvelles et belles recherches de M. Davaine semblent établir qu'un liquide septicémique (ou introducteur de la décomposition) exerce sur les animaux supérieurs, dans lesquels il est introduit, une influence considérable, et que l'activité des petits êtres est d'autant plus grande que la putréfaction s'est accomplie sous l'influence d'une température plus élevée. Il suffirait d'inoculer à un individu vivant et de faire pénétrer dans la circulation sanguine un liquide septicémique dans lequel pullulent les bactéries et les vibrions vivants, pour déterminer des désordres profonds et même la mort. Ce triste résultat est rendu évident par la mort toute récente du docteur Obermeyer, à Berlin. Ses recherches antérieures sur le typhus l'avaient décidé à s'inoculer quelques gouttes du sang d'un cholérique : ce savant est mort (sept. 1873) après sept heures de souffrances. Ces recherches donc ont encore besoin d'être approfondies, mais avec prudence : il y a là évidemment tout un monde nouveau.

Je m'arrête au seuil de ces grands problèmes qui sont étroitement liés aux phénomènes de la décomposition organique; mais je ne saurais oublier que c'est une œuvre, non de médecine, mais de chimie, que j'entreprends ici, et qu'en examinant les évolutions de la matière organique décomposée, j'ai surtout pour but de préparer la préface d'un traité de chimie appliquée à l'industrie (*conservation des matières organiques*).

Un dernier mot : puisque le soufre a chassé l'oïdium sans altérer la vigne, ne trouvera-t-on pas quelque substance qui, sans action funeste sur nos organes, chasse les agents toxiques, producteurs des

[1] Voir sa dernière communication à l'Académie des sc., 15 septembre 1873.

maladies épidémiques? Les recherches me paraissent dirigées dans cette voie; on en trouve la manifestation, ce semble, et comme les premiers éléments dans le beau travail précité que vient de publier M. Dumas sur la fermentation alcoolique et sur les agents qui sont de nature à réagir contre le ferment lui-même. « La méthode nouvelle à laquelle M. Dumas vient d'attacher son nom, nous voulons dire l'étude systématique des composés qui agissent sur la vie des ferments, sans compromettre gravement celle des organismes élevés, paraît pleine d'avenir pour la physiologie et la thérapeutique (MM. Rabuteau et Papillon, *Recherches sur les propriétés antifermentescibles*, etc. ; *du silicate de soude*. — *Compt. rend. de l'Ac. des sc.*, *t.* LXXV). »

CHAPITRE VI

LISTE DES PRINCIPALES SUBSTANCES EMPLOYÉES A LA CONSERVATION DES MATIÈRES ORGANIQUES DANS L'ANTIQUITÉ, LE MOYEN AGE, ET JUSQUE VERS 1800.

En résumant l'étude historique qui précède, on constate que les principaux moyens antiseptiques ou agents conservateurs des matières organiques employés dans l'antiquité, le moyen âge et jusque vers 1800, sont :

Dans l'antiquité :

1° La dessiccation.
2° Le sel marin.
3° La fumée et le charbon.
4° Les baumes, la cire, la poix, les résines et leurs vapeurs.
5° Les substances amères.
6° Le miel.
7° Les huiles fixes et aromatiques (ainsi que les plantes qui les contiennent).
8° Le tanin.
9° L'alun.
10° Le sous-carbonate de soude (natron).
11° Le soufre et sans doute aussi ses vapeurs (acide sulfureux).
12° Le vinaigre.

Durant la période du moyen âge, et jusque vers 1800, on ajoute à la liste précédente les substances conservatrices ci-après :

1° Le vinaigre (usage plus fréquent).
2° Les acides végétaux.
3° L'acide sulfureux.
4° Les acides minéraux, parmi lesquels on rangeait le chlore.
5° Le tartrate de potasse.
6° Le nitrate de potasse.

7° La poudre à canon.
8° Le camphre.
9° Le quinquina.
10° L'alcool.
11° La glace.
12° Les sels métalliques et particulièrement :
13° Les sels mercuriels (bichlorure, — nitrate, — sous-deutosulfate).
14° Le sulfate de cuivre.
15° L'acétate et le nitrate de plomb.
16° Le sulfate de fer (Becher, etc.).
17° Le nitrate d'argent.

DEUXIÈME PARTIE

1re SECTION

PRINCIPES GÉNÉRAUX DE CONSERVATION DES MATIÈRES ORGANIQUES

ET

APPLICATION DES PRINCIPES A LA CONSERVATION DES BOIS.

CHAPITRE PREMIER

Statistique : surface occupée par les forêts en France et dans diverses contrées. — Production et consommation des bois. — Traverses des voies ferrées et poteaux télégraphiques. — Formation de l'aubier, du duramen. — Sécrétion des matières conservatrices dans l'écorce. — Densité apparente et densité réelle des diverses essences de bois. — Coupe et emmagasinage des bois.

Après avoir fait connaître les causes qui déterminent la décomposition des matières organiques, végétales ou animales; après avoir signalé les agents physiques ou chimiques que les anciens ont reconnus propres à prévenir cette décomposition, j'ai montré que la matière quaternaire azotée est l'élément principal qui provoque ces altérations, parce qu'elle est aussi l'élément principal de toute reconstitution organique. Il faut rechercher maintenant : 1° quels sont les caractères généraux des bois, les propriétés de ces bois; 2° leur composition chimique; 3° et surtout quelles sont les nouvelles substances et les moyens nouveaux proposés pour garantir la matière organique contre les rapides altérations.

Puisqu'il est ici question plus particulièrement de la conservation des bois, il n'est pas hors de propos de noter d'abord la quantité de bois produite en France, et aussi l'importance de la consommation; il n'y a pas équilibre; nos forêts sont insuffisantes; nous sommes tributaires de l'étranger. Voici quelques indications sommaires à cet égard, en nombres ronds [1] :

[1] Ces diverses indications sont extraites des ouvrages suivants : *Mémoire sur la conservation des bois à la mer*, par A. Forestier, ingénieur en chef des ponts et chaussées; — *Dict. des eaux et forêts*, de Baudrillart; — *Dépérissement des coques des navires en bois*, par de Lapparent; — *Mémoire sur la conservation des bois*, par Payen (*Ann. forest.*, t. VII, 1861); *Mémoire de E. Chevandier* (*Ann. forest.*, t. Ier, 2e série).

On a estimé que les Gaules, au temps de Jules César, avaient une surface boisée d'environ . . . . . 40,000,000 hectares.

En 1791, la surface occupée par les forêts, en France.	9,589,000	—
En 1850	8,800,000	—
[1] En 1851..	8,860,000	—
En 1866	9,100,000	—

Les essences de bois sont ainsi réparties approximativement :

Bois de chêne.	12	p. 100
Bois blancs	28	—
Pins, sapins, résineux, divers.	60	—

	Stères.
La production totale des bois en France est annuellement d'environ	42,000,000
La consommation annuelle de bois de toutes natures.	55,000,000

Nos importations (bois tirés de Norwége, de Russie, d'Amérique) sont donc de 13,000,000 de stères, représentant aujourd'hui une valeur approximative de 200,000,000 de francs [2]. Il résulte aussi de ces chiffres que la production annuelle par hectare serait d'environ 4 stères et demi. La surface boisée de l'Europe étant de 240,000,000 d'hectares, la France occupe $\frac{1}{27}$. — La France a $\frac{1}{6}$ de son sol couvert de forêts; la Prusse $\frac{1}{4}$; la Bavière $\frac{1}{3}$.

M. E. Chevandier a déterminé avec soin la proportion des éléments chimiques qu'organise un hectare de forêts pendant le cours d'une année. Le produit moyen, par hectare, de 16,400 hectares de taillis sous futaie dans les Vosges, est compris dans les limites suivantes :

La quantité de bois sec et des cendres a été, en kilogrammes :

	Bois sec.		Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Azote.	Cendres.
Dans le grès vosgien. .	1137^k	=	565^k	68^k	477^k	11^k	16^k
Dans les marnes irisées.	2590	=	1288	157	1080	25	40

On peut approximativement ramener ces poids à des volumes, en

[1]

A l'État et aux communes.	8,101,000	hectares.
Aux particuliers	5,759,000	—

J'ajoute que les bois communaux donnent un revenu annuel d'environ 52 millions et demi de francs; ceux de l'État 43 millions de francs; ceux des particuliers sont estimés annuellement à 162 millions; ensemble donc plus de 257 millions de francs.

[2] En 1855, la valeur du bois importé était seulement de 70,000,000 de francs.

En 1864.	132,000,000	—
En 1865.	150,000,000	—

(*Rev. des eaux et forêts*, 1866, p. 374.)

se rappelant qu'à la suite de nombreuses expériences le chimiste anglais Marcus Bull a reconnu que, dans les bois de corde, il y a ordinairement 0,56 de plein et 0,44 de vide; que le bois coupé depuis un an ou deux contient encore 15 pour 100 d'eau environ; qu'enfin M. E. Chevandier a constaté que les bois secs avaient le poids suivant, par stère (*Techn.*, VI, 328) :

Chêne à glands sessiles.	380	Bouleau.	338
Hêtre.	380	Sapin.	312
Charme.	370	Aune.	293

La France étant sillonnée en ce moment par 20,000 kilomètres environ de voies ferrées, et chaque kilomètre de double voie exigeant 2,500 traverses ou 250 stères (10 traverses pour 1 stère), on trouve pour la première installation le chiffre de 50,000,000 de traverses. D'autre part, si l'on attribue aux traverses injectées une durée moyenne de dix ans, la consommation annuelle sera de 500,000 stères. Les mêmes calculs peuvent être appliqués aux 40,000 poteaux télégraphiques de France.

Ce résumé démontre qu'en France on a multiplié les défrichements, réduisant ainsi la surface livrée à la sylviculture, tandis qu'en même temps, et en sens inverse, se développe la consommation des bois, de telle sorte que leur prix tend à s'élever sans cesse. On sait ce mot de Colbert : « La France périra faute de bois. » En réduisant la surface occupée par nos vieilles et impénétrables forêts des Gaules, on a modifié le climat de notre pays et contribué aux ravages produits par les inondations. Cette situation rend tout à fait digne d'intérêt et opportune l'étude des moyens d'assurer une plus longue durée au bois qui ne sert pas de combustible. En retardant la décomposition des bois, on agit comme si on augmentait la surface forestière. L'application généralisée des moyens conservateurs qui décupleraient la durée du bois devrait être considérée, au point de vue économique, comme l'équivalent d'une surface forestière décuplée.

Le végétal ligneux nous offre surtout ces deux grandes applications : il sert de combustible, ou bien il est livré à l'industrie (meubles, constructions civiles et navales, traverses de chemins de fer, poteaux télégraphiques).

Le prix de plus en plus élevé du bois l'éloigne de nos foyers où la houille tend à le remplacer; le fer le remplace aussi dans les charpentes des nouvelles maisons et la construction des nouveaux vaisseaux. Néanmoins le bois possède des propriétés spéciales qui le rendent indispensable à certaines industries. Quelle substance pourrait le suppléer pour les objets de menuiserie, les portes, les croisées, les parquets, là où il faut tout à la fois légèreté et solidité? Malgré des tentatives nombreuses, on n'a pu jusqu'ici remplacer par aucune autre substance le bois qui compose les traverses de chemins de fer; il offre une ténacité et une élasticité précieuses.

Suivant son essence, le bois a des applications différentes; il est donc utile de préciser les propriétés physiques des différentes espèces, leur constitution chimique, et d'établir les caractères généraux ainsi que les caractères différentiels des bois.

Structure anatomique.

Développant ce qui a été déjà dit de la structure des bois à propos de leur pourriture (1re partie, chap. v), j'ajoute que l'arbre porte extérieurement l'*écorce;* sous elle, en se rapprochant du centre, les feuillets du *liber* dans lesquels circule la séve descendante. Plus près du centre encore, il y a l'*aubier*, c'est-à-dire le bois imparfait, récent, dont le tissu vasculaire est très-béant et peu incrusté; autour du centre, le cœur du bois ou *duramen* qui n'est autre chose que l'ancien aubier dont les vaisseaux séveux ont été presque oblitérés par les dépôts internes et successifs de cellulose ou d'une matière incrustante. Enfin, tout à fait au centre se trouve l'*étui médullaire*. Hartig, savant physiologiste d'outre-Rhin, prétend que les cellules de l'étui médullaire sont autant de petits réservoirs du liquide nutritif déjà élaboré dans les feuilles. Cet étui médullaire s'épaissit dans les bois durs et finit par disparaître presque complétement. Les *rayons médullaires*, qui partent du centre, vont jusqu'à l'extrémité de l'aubier et relient ensemble ces parties extrêmes, transmettant la séve organisée. En vieillissant donc le liber se change en aubier, l'aubier en cœur de bois.

Ces différentes parties d'un même végétal sont plus ou moins altérables, suivant que leur formation est plus ou moins récente. La

proportion de matière azotée, moins grande dans le vieux bois, s'y trouve surtout moins altérable ; la cohésion des tissus la défend contre l'air et la rend moins accessible aux germes qu'il contient.

En vertu de ces principes, l'écorce serait parfois trop altérable et ne protégerait pas le liber sous-jacent, si la nature n'avait disposé elle-même les agents conservateurs, je veux dire le tanin, la salicine, qui imprègnent nombre d'écorces (chêne, saule, peuplier, etc.).

Les plantes dicotylédones et les arbres de nos climats se développent en ajoutant chaque année un cercle *extérieur* aux cercles concentriques successivement formés. Le cercle le plus récent, par conséquent le plus externe, nous apparaît avec les plus gros vaisseaux. Au début de l'année végétale se développent les vaisseaux déliés du printemps, tandis qu'à la fin de la saison apparaissent les gros vaisseaux d'automne.

On n'aperçoit pas d'aubier dans les bois blancs dont la croissance est rapide ; ils sont tout aubier. La séve s'applique alors tout entière à l'extension du végétal ; la consolidation de celui-ci est due seulement à l'accroissement du volume de sa tige. Dans les bois durs, au contraire, la consolidation est causée par l'affermissement du tissu, c'est-à-dire par son agrégation plus résistante, comme aussi, dans de moindres proportions, par l'augmentation du volume de l'arbre. C'est ici le développement *intensif*, si je puis m'exprimer de la sorte, tandis que, dans les bois blancs, il y a développement *extensif*.

Le duramen n'est pas toujours apparent dans les bois durs. Le cœur du hêtre étant aussi peu coloré que son aubier, l'œil ne les sépare pas ; il y a là, cependant, duramen et aubier. Mais la différence est saillante dans le chêne ; le cœur, dont les canaux sont oblitérés par la matière incrustante très-brune, apparaît nettement tranché ; il se distingue de l'aubier concentrique beaucoup plus blanc (*alba*, aubier, blanc). Pourquoi la matière incrustante, brune dans le chêne, n'a-t-elle pas la même coloration dans le hêtre ? C'est encore un problème ajouté à tant d'autres qui attendent une solution. Cette différence dans l'agrégation des tissus d'une même tige est rendue visible, lorsqu'on tente de faire pénétrer dans le bois les liquides conservateurs ; les tissus lâches et béants de l'aubier sont gorgés de liqueurs qui pénètrent à peine dans le duramen.

Chacun a remarqué que le centre du végétal n'est pas souvent le centre de figure. Il suffit de couper une tranche d'arbre perpendiculairement à l'axe pour reconnaître que le noyau central se rapproche de l'écorce dans la partie de l'arbre exposée au Nord ou soustraite aux rayons solaires par les arbres voisins; qu'au contraire le ligneux s'est développé davantage dans la partie soumise à des conditions inverses, c'est-à-dire à l'accès libre de la lumière et à l'exposition du Sud.

Densité des bois.

La matière constituante des bois a sans doute une densité qui est uniforme pour toutes les essences ligneuses. Le tissu plus ou moins lâche nous cause des illusions et nous dispose à croire que les substances composantes ont une inégale densité. Cette densité paraît être uniformément de 1,5, l'eau étant 1,0 (Violette[1]). L'expérience suivante peut être facilement répétée : un morceau de bois blanc, léger, flotte sur l'eau; on serait donc disposé à admettre qu'il est moins pesant qu'elle. Mais si l'on place sous la cloche d'une machine pneumatique le vase chargé à la fois de l'eau et du bois, le vide s'opère, l'air qui remplissait les canaux capillaires du ligneux s'échappe, remplacé par l'eau; le bois tombe au fond où il demeure, lors même qu'on expose de nouveau le tout à l'air. Il est facile de démontrer aussi que le tissu de l'éponge, si léger en apparence, est plus pesant que l'eau. La cause de cette légèreté du tissu ligneux n'avait pas échappé au savant Hales qui, dès 1735, savait très-bien se mettre à l'abri de ces causes d'erreur, ainsi qu'il sera rapporté au chapitre suivant.

La densité réelle des bois est donc à peu près uniforme; mais la densité apparente, très-variable, ne peut être déterminée qu'après avoir desséché chaque échantillon à 100° pour soustraire l'humidité. Récemment abattus et gorgés des sucs séveux, les bois blancs très-perméables contiennent jusqu'à 50 et 60 pour 100 d'eau. Le bois ordinaire, coupé depuis deux ou trois ans, estimé sec, renferme encore 15 à 20 pour 100 d'eau que l'étuve parvient à extraire.

[1] Dans son mémoire sur la carbonisation des bois, M. Violette détermine la densité réelle des bois, qui varie entre 1,410 et 1,490, l'eau = 1,000 (*Ann. de chim. et de phys.*, 1853).

« La densité réelle des différents bois ne varie guère, suivant Rumfort, qu'entre 1,462 et 1,534. » (Payen, *Chim. ind.*, t. II, p. 51. 5e éd.)

Le tableau suivant établit, d'après plusieurs observateurs, la densité moyenne des bois les plus employés dans nos climats[1]. Ces chiffres n'ont rien d'absolu ; car, pour une même essence, le bois développé sur la montagne offre plus de densité que celui qui croît dans la plaine.

Ce tableau accuse des différences considérables dans les diverses essences de bois dont la densité réelle est la même cependant ; mais les méats intercellulaires, c'est-à-dire les espaces restés vides entre les fibres, et aussi la vacuité des vaisseaux dans lesquels l'air seul demeure logé, suffisent à expliquer ces différences. C'est donc la densité apparente des bois ou leur compacité qui se trouve indiquée ci-après, l'eau étant prise pour unité (1,000).

Densité apparente ou compacité des bois.

ESSENCES DES BOIS.	DENSITÉS.	NOMS DES OBSERVATEURS.
Chêne pédonculé	0,786	T. Hartig.
id. id.	0,869	A. Mathieu (bois de Corse).
Châtaignier	0,650	A. Mathieu.
Hêtre } densité très-variable	0,640	T. Hartig.
id. }	0,840	id.
Charme	0,696	id.
Bouleau, coupé en été	0,548	id.
id. coupé en hiver	0,616	id.
Aune, coupé en été	0,478	id.
id. coupé en hiver	0,492	id.
Acacia	0,750	id.
id.	0,770	id.
Orme champêtre	0,687	A. Mathieu.
Frêne } densité très-variable	0,780	id.
id. }	0,690	T. Hartig.
Alisier blanc	0,750	Baudrillart.
Peuplier blanc de Hollande	0,416	A. Mathieu.
id. d'Italie	0,330	G. L. Hartig.
Sapin	0,480	T. Hartig.
id.	0,500	A. Mathieu.
Pin sylvestre	480 à 0,807	id.
id.	0,780	Moyenne obtenue par T. Hartig.
Pin maritime (d'Algérie)	0,680	

[1] Les deux tableaux qui suivent sont extraits d'un article de M. A. Frézard, *Encyclopédie de l'agriculteur*, t. IV, p. 107. Le lecteur qui désirerait des renseignements plus étendus n'aurait qu'à se reporter à l'ouvrage précité.

Composition chimique des bois, d'après M. Chevandier.

(déduction faite des cendres).

Désignation des essences.		Carbone.	Hydrogène.	Azote.	Oxygène.	Cendres.
HÊTRE	Tige	49.85	6.08	1.06	43.01	1.18
	Rameaux	51.08	6.23	1.08	41.61	1.77
CHÊNE	Tige	50.44	6.01	1.06	42.43	1.66
	Rameaux	50.89	6.16	1.01	41.94	1.82
CHARME	Tige	49.48	6.08	1.84	43.60	1.83
	Rameaux	50.53	6.16	1.19	42.12	2.08
BOULEAU	Tige	51.30	6.28	0.88	41.54	0.85
	Rameaux	51.93	6.31	1.07	40.69	1.32
TREMBLE	Tige	50.35	6.28	0.82	42.55	2.11
	Rameaux	51.02	6.28	1.05	41.65	2.98
AUNE	Tige	51.86	6.14	1.15	40.80	1.60
	Rameaux	52.55	6.26	1.09	40.10	2.02
SAULE	Tige	51.10	6.02	0.86	42.02	2.30
	Rameaux	53.41	6.50	1.41	38.68	5.51
SAPIN	Tige	51.59	6.11	1.04	41.26	1.29
	Rameaux	52.30	6.12	0.83	40.75	0.60
PIN SYLVESTRE	Tige	51.71	6.11	0.81	41.37	1.15
	Rameaux	53.13	6.08	0.78	40.01	1.38

Coupe et emmagasinage des bois.

Afin de réduire le plus possible dans le bois la proportion de matière azotée, on fait les coupes dans les forêts durant l'hiver (de novembre à février), c'est-à-dire au moment où la plus grande partie du liquide séveux a disparu. Les anciens choisissaient aussi cette saison pour abattre les arbres destinés aux constructions (Hésiode, Théophraste, Pline, Columelle); Caton et Vitruve cependant préféraient l'automne. On abandonne à l'air les arbres coupés, après en avoir détaché les branches qui servent soit d'échalas, soit de bois à brûler, lorsqu'ils ne sont pas débités en rondins pour la carbonisation.

Mais les vers, les larves des coléoptères et les champignons s'abattent sur le bois et viendraient dévorer le ligneux, en même temps que l'humidité de la forêt contribuerait à sa destruction, si on ne prenait le soin d'éloigner le bois coupé et de le mettre à l'abri sous des hangars. Ces bois en grume sont placés horizontalement au-dessus du sol, sur des piliers en maçonnerie, afin que l'air circule de tous côtés. Le développement des parasites se trouve surtout

favorisé par l'air chaud, stagnant et humide : c'est dire que rien n'est plus propre à provoquer l'altération des bois. Aussi, lorsqu'on a pris cette précaution de ventiler les bois, après les avoir superposés, on les change parfois de place, ramenant à la partie inférieure ceux qui étaient au sommet, et réciproquement. N'étaient les difficultés ou les impossibilités, mieux vaudrait placer le bois tout debout. En établissant les courants d'air, il faut éviter qu'ils soient trop chauds et trop vifs, afin de prévenir les fendillements, les gerçures, qui ouvriraient les portes aux agents de décomposition. Le plus souvent les arbres abattus subissent seulement cette dessiccation lente et naturelle; mais quelquefois on a recours à l'étuve, hâtant ainsi la dessiccation du bois qui doit être pénétré des matières conservatrices (traverses de chemins de fer).

Ces moyens naturels, mis en usage pour préserver les bois d'une prompte décomposition, sont presque toujours impuissants à leur assurer une longue durée; il faut avoir recours à des moyens *artificiels* : tel est le sujet principal de ce livre et surtout des chapitres suivants.

CHAPITRE II

Bois enduits. — Premières tentatives de pénétration des bois par les liquides colorants et parfumés. — Expériences physiologiques de Magnol, de la Baisse, de Hales, de Bonnet, de Duhamel du Monceau, de Saussure (sulfate de cuivre). — Action exercée par les agents antiseptiques sur la séve : sels métalliques, torréfaction, sel marin, acides, alcalis, essences, corps gras et résineux. — Action funeste produite par les acides et les bases alcalines sur le tissu ligneux. — Influence des milieux. — Théorie de la conservation.

On peut dire que de tout temps on a essayé de prolonger la durée du bois en l'enveloppant, en l'enduisant de matières destinées à le protéger contre les atteintes des agents de décomposition. Mais cette préservation est incomplète, puisqu'elle ne garantit ainsi que la partie extérieure. Il est vrai que le principal intérêt se concentre sur cette partie externe du bois pour deux motifs : 1° parce qu'elle est de formation plus récente et par là même plus altérable ; 2° parce qu'elle oppose une première ligne de défense, et que ce n'est presque toujours que lorsque ces enduits extérieurs sont atteints que la décomposition s'achève.

Mais dans l'intérieur même du bois les causes d'altération subsistent, si on n'a pris soin d'abord de chasser l'air, ses germes et l'humidité. D'ailleurs, les enveloppes protectrices sont des obstacles insuffisants, imparfaits et temporaires. Il suffit que l'air, l'eau, la chaleur aient accès, traversant l'enduit, pour que la décomposition se manifeste; or, l'humidité finit toujours par pénétrer et, avec elle, l'air et tous les agents septiques. La préservation pratique et efficace des bois, dans la mesure où nous pouvons l'assurer, ne peut être obtenue que par la pénétration des liquides conservateurs dans la totalité des tissus; ces liquides doivent atteindre entièrement le bois jusqu'au centre. Les tentatives de conservation ainsi dirigées ne sont pas très-anciennes. On ne songeait guère, avant le commencement du siècle dernier, à assurer la momification indus-

trielle des bois. Quelques savants, et notamment Magnol, dès 1709, en cherchant à découvrir le cours de la séve dans les plantes, avaient coloré le liquide livré aux végétaux, et avaient ainsi constaté l'ascension de ce liquide coloré dans le tissu vasculaire. Dans ces recherches, Magnol avait surtout pour but de combattre une théorie alors émise par Perraut, et qui était trouvée très-audacieuse à cette époque : suivant Perraut, la séve circulait dans les végétaux comme le sang dans les animaux. Magnol réfutait cette hypothèse en prenant une tige de tubéreuse et immergeant sa base dans un suc coloré en rouge par le *solanum racemosum*. La tubéreuse ainsi tronquée et immergée revêtait une belle couleur rose, d'où Magnol concluait que les sucs *qui avaient intimement nourri la plante n'étaient ni fort travaillés ni altérés par elle*[1]. Mais, laissant là ces vieux problèmes qui agitaient alors le monde savant, il est utile de constater qu'on s'empara de ces premières tentatives pour chercher des moyens propres à rendre agréable le bois, soit en le colorant, soit en le parfumant. Des séves factices furent constituées en vue d'élever dans le tissu ligneux des parfums qui devaient aller jusque dans les fruits pour changer ou accroître leur arome naturel, et dans les fleurs pour modifier leur coloration et leur parfum[2]. Ces premiers essais paraissent avoir eu pour objectif plutôt l'instruction d'esprits curieux d'étudier les phénomènes de physiologie végétale, et d'examiner l'action exercée par des substances diverses sur le corps de la plante, qu'une application vraiment industrielle. Il y a là néanmoins, dans ces débuts spéculatifs, des indications qui ne doivent pas être passées sous silence.

Les expériences de Magnol, provoquées par Perraut, ne tardèrent pas à être reprises et poursuivies en Angleterre par le Dr Hales, qui était en même temps chapelain du Prince de Galles et naturaliste éminent. Dans l'intérêt de la puissante marine de son pays, Hales se livra lui-même à l'étude de la conservation des bois ; je préciserai plus tard sa participation dans cette œuvre. Ce savant a publié, entre autres ouvrages, la *Statique des végétaux*, traduit

[1] *Hist de l'Acad.*, 1709, p. 44.

[2] Voir ces tendances manifestées dans le 2e volume de Mustel, *Traité théor. et prat. de la végétation*, Paris, 1781.

en français par notre grand Buffon, en 1735. Dans ce travail remarquable, Hales procède par voie d'expérimentations. Parmi ses essais nombreux, je choisis seulement les suivants. Dans l'ouvrage original, des dessins accompagnent toujours les indications, même les plus simples. Je vais tâcher de remplacer par quelques explications les figures qu'il a jointes au texte. Je suis obligé de maintenir les chiffres originaux pour la clarté des explications ; mais leur conversion en mesures nouvelles est facile [1].

Hales, essayant de mesurer la puissance qui poussait ou attirait la séve dans les arbres, a procédé de la sorte : il a pris une branche de pommier en pleine végétation, ayant cinq pieds de long et trois quarts de pouce de diamètre ; et, au moment où cette branche venait d'être coupée, il a mastiqué sur la section toute fraîche un tube de verre long de neuf pieds et large de un demi-pouce ; ce tube de verre était donc le prolongement de la tige principale et n'opposait au mouvement de la séve aucun obstacle, la réunion du verre et du bois étant faite par un enduit extérieur. Ceci disposé, Hales retournait sens dessus dessous ce véritable appareil, c'est-à-dire que le tube de verre béant était en haut, la branche de pommier avec ses feuilles était tournée en bas. Alors, il remplissait d'eau le tube de verre et notait ainsi la quantité de ce liquide absorbé par le végétal ou évaporée par la transpiration des feuilles. Cette expérience, commencée au mois d'août, lui fit connaître que « la branche d'arbre tira l'eau (qui était dans le tube de verre) en raison de trois pieds de hauteur en une heure. »

Avec cette même branche de pommier, ainsi prolongée par le tuyau de verre, Hales fit encore une double expérience : 1° il coupa la tige de la branche de pommier, ne laissant adhérer au tuyau de verre qu'un petit bout de bâton de la branche, sans feuilles. Ce bâton était long de treize pouces seulement, et plongeait dans un vase vide destiné à recueillir le liquide qu'il laisserait transsuder. Pour éviter même toute évaporation, ce vase avait été recouvert autour du bâton avec un boyau de bœuf. Puis, ayant presque entièrement rempli d'eau le tube supérieur en verre, il constata que l'eau s'échappait

[1] Le pied $= 0^m,325$; le pouce $= 0^m,027$; l'once $= 0^k,03059$.

des canaux du *bâton*, à raison de six onces par dix-huit heures de jour et douze heures de nuit, sous l'effort de cette pression d'eau qui était de sept pieds dans le tube de verre.

2° Hales prit la même branche du pommier, raccourcie seulement des treize pouces qui constituaient le bâton précédent; cette branche feuillue avait été ramenée à la position normale, les feuilles en haut, et la base de la branche immergée dans un vase contenant de l'eau libre, sans pression, mais pesée d'avance. L'attraction exercée par les feuilles aspira le même jour, c'est-à-dire dans le même espace de dix-huit heures de jour et douze heures de nuit, une quantité de dix-huit onces d'eau. « Ceci, observe Hales, marque la grande puissance de transpiration, puisqu'elle fait passer à travers les longues fibres et les tuyaux fins des parties déliées de la branche *o* trois fois autant d'eau dans le même temps, que la pression d'une colonne d'eau de sept pieds sur la plus large coupe de la tige de la même branche qui n'a que treize pouces de longueur en fait passer à travers cette même tige[1]. »

Cette expérience conjuguée et simultanée révèle donc : 1° la pénétration des tissus ligneux sous l'influence d'une pression verticale; 2° la pénétration de ces mêmes tissus sous l'influence de la succion vitale des feuilles. Mais, dans l'un et l'autre cas, il y avait effort exercé soit par l'eau du tube qui *pressait*, soit par les feuilles qui humaient ou *aspiraient*. Hales eut l'ingénieuse idée de fournir le liquide à la plante, sans exercer de pression et sans nécessiter le déploiement d'aucune de ces forces; à cet effet, il disposa un siphon renversé, c'est-à-dire que les deux branches ouvertes du syphon étaient tournées en haut. L'une des branches étant évasée, l'expérimentateur put y renfermer les racines d'une plante de menthe « qui végète très-bien dans l'eau; je voulus observer exactement quelle quantité d'eau elle tirait et transpirait le jour et la nuit, selon que le temps serait sec ou humide, et pour cela je cimentai une menthe dans le syphon renversé..... je remplis d'eau le syphon; la plante en tira assez dans un jour de mars pour la faire baisser de un pouce et demi; mais pendant une nuit assez froide pour faire baisser la

[1] Hales, *Statique des végétaux*, trad. de Buffon, 1735. In-4°, p. 35-36.

liqueur dans le thermomètre jusqu'au point de congélation, la menthe ne tira rien du tout, etc. » (*Expérience VI*, p. 23.)

Après ces constatations, importantes au point de vue scientifique, Hales en fit une autre, importante au point de vue industriel, qu'il a consignée à la fin du même ouvrage (*Appendice*, p. 383). Il démontre, dès cette époque, que le bois nous manifeste seulement sa densité apparente, en flottant sur l'eau; que la densité du bois est en réalité plus grande que celle de l'eau qui le porte. Il arrive à cette démonstration, non pas en aspirant l'air qui est dans les canaux du bois, mais en comprimant l'eau qui chasse l'air et s'y substitue. C'est là une idée précoce, si je puis ainsi parler, et qui a été utilisée par l'industrie un siècle après. Je cite : « J'ai trouvé, en comprimant de l'eau dans laquelle il y avait du bois bien plus léger qu'elle, que ce bois devenait à l'instant spécifiquement plus pesant que l'eau par cette compression qui la forçait d'entrer dans les vaisseaux et les pores du bois, dont les parties constituantes, aussi bien que celles de tous les végétaux, sont plus pesantes que l'eau. » De pareilles observations donnent la mesure de la sagacité d'un expérimentateur. Je suis étonné que personne n'ait relevé encore, dans le savant auteur, cette très-importante constatation. Le temps est si court, et on lit si vite et si peu!

Après ces remarquables expériences de Hales, on trouve dans les *Recherches sur l'usage des feuilles dans les plantes* (ouvrage in-4°, publié par Bonnet, savant génevois, 1754) quelques indications encore sur le même sujet, c'est-à-dire sur l'introduction dans les végétaux de liquides de différentes natures. Bonnet rappelle que M. de la Baisse a fait, en 1733, une *Dissertation sur la circulation de la séve* dans les plantes; que cette dissertation a remporté le prix à l'Académie de Bordeaux; puis : « M. de la Baisse a essayé de faire tirer à différentes espèces de plantes et à différentes parties de la même plante la teinture rouge du fruit de phytolacca..... Ayant plongé des branches de figuier, de pêcher, d'ormeau, etc., dans cette liqueur, il observa qu'il n'y avait que la partie ligneuse qui montrât des filets rouges; l'écorce et la moelle en étaient parfaitement exemptes. »

Bonnet répète lui-même quelques-unes de ces expériences; il agit

notamment sur la vigne dont il immerge les racines dans l'encre : « Après avoir essayé de colorer les branches de diverses espèces ligneuses, en les plongeant par leur extrémité dans un vase plein d'encre, j'ai cru devoir tenter par la même voie d'en colorer les racines. » Il constate ainsi que le liquide noir « s'est élevé, au bout de quatre à cinq jours, à 1 ou 2 pouces seulement au-dessus de l'insertion des racines » (pag. 264).

Remarque doit être faite que Bonnet n'agit plus ici, à l'exemple de la Baisse, sur des végétaux tronqués, mutilés, mais sur l'individu complet, se rapprochant ainsi des conditions normales et vitales du végétal. Seulement, le choix de l'encre (tannate de fer) était malheureux, en raison de la constriction que le tanin exerce sur les spongioles des radicelles. Les recherches ultérieures d'un autre éminent Génevois, de Saussure, ont précisé l'action produite par un grand nombre d'agents sur ces fibrilles si délicates.

Duhamel du Monceau, savant français qui s'est surtout occupé d'agronomie et de sylviculture en même temps que son illustre contemporain Buffon, a publié à cette époque dans sa *Physique des arbres :*

« Art. VII. — *Tentatives faites pour découvrir, au moyen de quelques injections, la route que tient la séve dans les plantes.*

.... « M'étant ressouvenu que j'étais parvenu à injecter les os de quelques animaux en colorant leur suc nourricier avec de la racine de garance, je conçus l'espérance d'injecter par le même moyen le corps de quelques arbres. En conséquence, comme j'avais mêlé de cette racine en poudre dans les aliments des animaux de mes premières expériences, je m'avisai de remplir de terre une caisse après avoir mêlé dans cette terre une grande quantité de garance en poudre, et ensuite j'y plantai un pommier de paradis. Mais soit que cette substance végétale se fût décomposée par la pourriture, soit que ses particules colorantes ne fussent pas de nature à se mêler intimement avec la séve, je n'aperçus aucune trace sensible de sa couleur dans le bois, ni dans l'écorce de ce pommier [1]. »

A la suite de cet insuccès, Duhamel renouvelle les expériences avec

[1] Duhamel du Monceau, *Physique des arbres*, in-4°, t. II, p. 283, — 1758.

des végétaux tronqués qu'il plonge par l'extrémité inférieure dans l'encre ; il constate que malgré toutes les précautions ce liquide ne s'élève qu'à un pied de hauteur ($0^m,325$) dans les branches de sureau, de figuier, etc., qui lui sont offertes, et même que ce liquide ne s'élève pas davantage dans les branches, lorsqu'on exerce une pression, à l'exemple de Hales, au moyen d'un tuyau élevé rempli du même liquide. On voit par là que Duhamel répète, confirme les expériences de ses devanciers, mais n'ajoute rien d'important aux vérités déjà acquises. Il était constant alors que la pénétration d'un liquide dans le tissu végétal pouvait être opérée :

1° Par la simple aspiration vitale de la plante elle-même (Magnol et de la Baisse) ;

2° Par la pression d'une colonne liquide comme aussi par la succion des feuilles dans le végétal vivant (Hales) ;

3° Par la pression exercée sur un liquide qui parvient à s'introduire alors dans un bois mort (Hales).

Dans les premières années de notre siècle, Th. de Saussure reprend ces expériences, les renouvelle, les transforme avec cette pénétration d'esprit et cette incomparable habileté qui le distinguent, en vue de découvrir le secret qui préside à l'acte général de la végétation [1]. C'est dire par là qu'il opère sur des végétaux complets, entoure leurs racines de diverses solutions, cherchant à constater les préférences ou les répulsions des radicelles. On pourrait être tenté d'attribuer à ces organes souterrains un pouvoir d'élection et d'élimination ; mais de Saussure pense que les différences dans l'absorption des diverses liqueurs tiennent à la viscosité de celles-ci. Je n'insiste pas ; ce n'est pas mon sujet, puisqu'on recherche les substances qui concourent à la formation de la séve. Néanmoins, dans ces tentatives, le savant Génevois alla jusqu'à offrir aux racines végétales des sels qui les tuent, comme le sulfate de cuivre. Il remarqua que ce sel toxique, en solution très-diluée, était absorbé par le végétal en proportion bien plus grande que les sucs nourriciers eux-mêmes ; il est vrai que la plante de Polygonum, ainsi imbibée, mourait. Les bouts des radicelles étaient détruits, et le liquide cuprique avait pu dès lors pénétrer dans le vé-

[1] Théod. de Saussure, *Recherches chim. sur la végétation*, an XII (1804).

gétal librement, sans obstacle, attiré par les feuilles qui aspiraient alors un liquide quelconque par une action de capillarité et non par un acte vital. « La section des racines, dit-il, leur décomposition et, en général, la langueur de la végétation, favorise l'absorption des substances tenues en dissolution par l'eau dans le végétal. » Cette expérience nous apprend donc que le sulfate de cuivre peut pénétrer dans les plantes, appelé ainsi dans les rameaux et jusque dans les feuilles par la succion que celles-ci déterminent.

C'est la séve normale qui apporte au végétal la matière albuminoïde et azotée. Ici, dans un ouvrage consacré à la chimie et non à la physiologie végétale, il n'y a pas lieu de s'attacher plus longtemps à suivre la séve dans les voies qu'elle parcourt; mais il convient d'examiner plus à fond les qualités de ce liquide organique qui imbibe le végétal tout entier et lui apporte en même temps ses éléments de vie et de destruction. Puisque le fluide azoté contenu dans la séve ou déposé par elle est le principal agent qui attire les parasites, il faut de tout nécessité agir sur lui, soit en procédant à son élimination, soit en le rendant impropre à la nutrition végétale et animale, mais en respectant toutefois la fibre ligneuse.

On extrait partiellement la séve, en immergeant le bois dans l'eau qui entraîne une partie de l'albumine soluble (bois flotté); c'est là une vieille observation. Si l'immersion n'est pas trop prolongée, et si la dessiccation ultérieure n'est pas trop retardée, on assure ainsi au bois une plus longue durée. Le même résultat serait obtenu au moyen de la vapeur d'eau qui, en se condensant, entraînerait les matières organiques déjà amollies par la vapeur; mais dans l'un et l'autre cas ces bois lavés restent encore altérables, parce qu'ils conservent, en même temps qu'une partie de la séve, toute la matière azotée insoluble incorporée dans le tissu ligneux. On ne procède donc pas généralement de la sorte, c'est-à-dire qu'on n'élimine pas la séve encore adhérente aux vaisseaux du bois, pour obtenir la conservation de celui-ci; mais on fait intervenir des agents qui s'unissent aux matières albuminoïdes et les rendent inaltérables. La possibilité d'introduire dans les plantes certains liquides conservateurs (sulfate de cuivre) vient d'être signalée ci-dessus. Reste la question : *à quels caractères reconnaît-on un liquide conservateur?*

Pour résoudre ce problème, la séve peut elle-même être prise comme un premier réactif. Il est facile de recueillir ce liquide pendant la période de la végétation : le tronc d'un jeune arbre est coupé, séparé de ses racines d'un côté, de ses feuilles de l'autre côté. Le tuyau d'une pompe foulante est aussitôt adapté à l'une des sections du bois vert qui laisse échapper la séve par le bout libre. C'est un liquide mucilagineux, contenant en dissolution quelques sels et de l'albumine végétale. Abandonnée à elle-même, la séve se putréfie au bout de vingt-quatre heures; mais si on y introduit une petite dose de sulfate de cuivre, ou de sulfate de fer, ou de bichlorure de mercure, l'albumine s'unit à ces sels ou à leurs oxydes, se caillebotte, se précipite à l'état insoluble. La liqueur et son dépôt sont devenus imputrescibles. Telle est la base et telle est aussi l'explication de la plupart des moyens conservateurs. Il ne faudrait pas en conclure rigoureusement que tout agent qui conserve ce liquide séveux doit conserver les bois; avant de tirer cette conclusion, il importe de faire intervenir un autre facteur, c'est-à-dire le tissu ligneux lui-même qui pourrait se trouver altéré. Un exemple : l'acide sulfurique précipite et conserve l'albumine, mais aussi il détruit et dissout le tissu ligneux; c'est donc un agent qu'il faut proscrire.

Les sels ou les oxydes métalliques n'exercent pas seulement leur action sur l'albumine soluble; cette action s'étend aux matières azotées insolubles déposées dans les tissus du bois. Dans ce dernier cas, l'état solide de la substance azotée ne rend pas la réaction aussi évidente. L'action du sel métallique paraît s'exercer sur le tissu ligneux proprement dit, sur la cellulose; l'oxyde métallique s'y fixe peut-être à la manière de l'alumine qui constitue dans la teinture un *mordant.*

L'action produite par les agents conservateurs doit être examinée avec soin; de la sorte pourra être appréciée la valeur des moyens expérimentés ou proposés. Au lieu d'aller à tâtons comme nos devanciers, nous pourrons presque toujours prévoir les succès ou les échecs; c'est le bénéfice des longues recherches de parvenir à formuler quelques principes.

L'action préservatrice n'est pas uniforme. Il est de toute évidence que les sels métalliques n'agissent pas à la manière d'un acide qui

détruit le ligneux, ou d'une essence, ou d'un corps gras neutre. On n'établit pas ces distinctions. Sous la dénomination générale de *vertu antiseptique* toutes ces actions diverses sont confondues. Nous avons le droit d'être plus exigeants aujourd'hui et de demander davantage. Je m'occupe ici des agents *chimiques* conservateurs; les agents *physiques* ont été examinés déjà au cours des précédentes études (*sécheresse*, *froid, vide*) par opposition à l'humidité, à la chaleur et à l'air qui déterminent les décompositions organiques.

Je distinguerai donc l'action exercée sur le tissu ligneux par :

1° Les sels métalliques;
2° La torréfaction;
3° Les sels non métalliques;
4° Les acides et les bases;
5° Les huiles essentielles;
6° Les résines et les corps gras.

Ce sont là les grandes lignes. Il y aurait sans doute d'autres distinctions à établir; elles paraissent moins importantes. Je note seulement les corps qui exercent sur les substances organiques une action autogène, c'est-à-dire une action produite directement par eux-mêmes; exemple : si, sous un vase clos, on renferme une matière organique d'un côté, et du chlorure de calcium de l'autre côté, sans contact, on voit le sel s'approprier lentement l'humidité et prévenir la décomposition de la substance ainsi desséchée. Ce résultat est dû, non au chlorure de calcium de la sorte appliqué, mais à la *sécheresse* par lui déterminée. L'acide sulfurique aurait produit le même effet. Le chlorure de calcium ou bien l'acide sulfurique ne serait, dans cette circonstance, qu'un intermédiaire; le véritable agent efficace, c'est la *dessiccation*.

1° *Sels ou oxydes métalliques.*

C'est un fait : une matière azotée, soluble ou insoluble, mise en contact avec un sel métallique, se pénètre de ce sel, se coarcte et devient imputrescible, parce que la matière se trouve coagulée et pénétrée d'une substance métallique hostile aux parasites. L'oxyde métallique, en outre, se dépose dans le ligneux et s'y fixe : telle

est l'explication vraie qui a été pour la première fois donnée par M. Payen, je crois, lorsqu'il s'occupait vers 1835 de la théorie des altérations des bois. Mes très-modestes recherches me permettent d'ajouter ce fait important que la matière azotée étant toujours accompagnée de soufre et de phosphore, le métal s'unit à ces deux métalloïdes et compose un sulfure et un phosphure métalliques [1]; la matière azotée devient par là impropre à la vie végétale et animale [2]. Non-seulement l'agent métallique déposé est presque toujours un poison qui coagule l'albumine, mais cette albumine ne se trouve plus dans les conditions ordinaires d'assimilation. Le fer lui-même, qui n'est certes pas un poison pour les sujets des deux règnes organiques, devient poison dès que sa dose est telle, qu'elle coagule l'albumine et soustrait à son profit le soufre et le phosphore. Ainsi s'explique l'adhérence persistante des sels métalliques aux matières albuminoïdes. Lorsqu'on met une dissolution métallique en contact avec la fibrine insoluble, celle-ci conserve toujours du métal, quel que soit le nombre des lavages à l'eau pure qu'on lui fasse subir. Je choisis à dessein, comme exemple, la fibrine insoluble, parce que, avec l'albumine précipitée par un sel métallique, on aurait pu admettre qu'il était tout naturel que l'agent métallique persistât, puisqu'il était la cause de la précipitation.

Une expérience conjuguée : 1° on prend de l'albumine coagulée à laquelle on commence par soustraire le soufre et le phosphore : on obtient la protéine. Le mélange de la protéine à un sel métallique la garantit des altérations; mais l'agent métallique cesse d'exercer son action protectrice dès qu'on fait subir des lavages à la protéine; 2° au

[1]

100 parties	de blanc d'œuf contiennent.		0,4	de soufre	(Mulder).
—	de sérum.	—	0,7	—	(id.)
—	de sérum desséché à 100° C.	—	1,38	—	(Ruling).
—	de fibrine de chair de poule	—	1,20	—	(Strecker).
—	de fibrine de chair de poisson	—	1,50	—	(id.)

La quantité de phosphore est un peu moindre.

[2] Les personnes qui ont manipulé les sels métalliques savent que ces sels rendent la peau dure, cassante, et que toutes les eaux de lavages ne parviennent pas à extraire le sel. Au soufre et au phosphore s'ajoutent d'ailleurs les phosphates alcalins qui imbibent nos tissus. Pour adoucir l'épiderme et le derme, il faut recourir à l'action dissolvante de l'acide chlorhydrique ou de l'acide azotique, préalablement étendu d'eau.

contraire, l'albumine coagulée ordinaire, c'est-à-dire sulfurée et phosphorée, retient une partie du métal conservateur; ce métal persiste et assure la conservation jusqu'au moment où il est lui-même entraîné sous l'influence des causes étudiées au chapitre VI ci-après.

Donc, tous les sels métalliques sont antiseptiques; ils coagulent tous l'albumine qu'ils dénaturent en s'emparant du soufre et du phosphore. Parmi les métaux, plusieurs d'entre eux paraissent plus hostiles aux corps organisés, tels que le mercure, le cuivre, etc. Je renvoie pour l'étude spéciale du mercure aux documents n°s 1 et 45.

C'est tout ce que l'on sait de la combinaison de la matière azotée avec les sels métalliques. Ces sels ou leurs oxydes s'unissent également à la fibre ligneuse; c'est ainsi que l'alun *mordance* les étoffes. L'action est plus active dans le bois lui-même, parce que le ligneux renferme des matières albuminoïdes qui occasionnent une fixation plus abondante d'oxyde métallique, et aussi parce que ce ligneux contient des phosphates (cendres) qui contribuent à cette précipitation.

Les sels métalliques appliqués à la conservation des bois doivent être neutres : tout excès d'acide réagit sur les fibres et les détruit. (Voir ci-après *Acides*.)

2° *Torréfaction.*

Les recherches auxquelles je me livre en ce moment sont de nature à me persuader jusqu'ici que la torréfaction exerce sur les corps azotés une action analogue à celle des sels métalliques. Le rapprochement paraît si étrange qu'ici doivent être placées quelques explications.

Le bois desséché à 80° ou 100° C. se conserve bien, alors même qu'il est ramené dans une atmosphère humide; néanmoins, l'altération est seulement retardée. Mais si la chaleur atteint 175 degrés environ, le bois subit alors un commencement de torréfaction et sa résistance aux agents septiques est devenue telle, que sa conservation est presque indéfiniment assurée. Lorsqu'on tente une explication en disant qu'une partie du ligneux s'est transformé en eau, on n'a point saisi le phénomène antiseptique. L'explication plus exacte probable-

ment, déduite des expériences que j'ai entreprises et que je poursuis, me paraît devoir se formuler ainsi : sous l'influence de cette température élevée, une petite portion d'azote se transforme en ammoniaque, mais surtout le phosphore et le soufre disparaissent presque entièrement, en laissant une matière azotée privée de ces éléments essentiels d'assimilation. Les dissolutions métalliques s'approprient ces deux métalloïdes, tandis que la chaleur les emporte ou bien favorise leur oxydation, en les transformant, grâce aux bases qu'ils rencontrent dans le bois, en sulfates et en phosphates : voilà la seule différence dans l'action ; le résultat reste le même au point de vue organique. Jusqu'ici tous les faits, toutes les expériences me paraissent conduire à cette explication ; je n'en ferai pas ressortir l'extrême importance.

La matière azotée, vivante, laisse transsuder sans cesse des émanations phosphorées et sulfurées ; si elles nous échappent, le flair plus délié du chien les perçoit à merveille ; elles ne nous échappent pas toujours d'ailleurs. Lorsque les fonctions sont surexcitées et se manifestent par des sueurs abondantes, nous sentons fort bien ces dégagements aliacés qui révèlent la présence et du soufre et du phosphore. Qui ne sait que les individus pourvus de cheveux roux, c'est-à-dire saturés de soufre, émanent plus abondamment ? Le dégagement de phosphore est très-accusé chez les poissons.

Quand le soufre et le phosphore sont enlevés à la matière azotée vivante, ou bien lorsque ces deux corps sont fixés en elle d'une manière *involatile*, cette matière azotée est imparfaite pour l'assimilation.

3° *Sels alcalins ou terreux.*

Comment agissent ces sels et le plus important d'entre eux, le sel marin ? Dans l'état actuel des connaissances, il serait difficile et téméraire de généraliser les explications ; il convient, au contraire, de les *spécifier*. En ce qui concerne le sel marin, on peut dire que, de tout temps, sa propriété conservatrice a été connue et utilisée. Les viandes, les poissons, les peaux, soumis à la salaison ; les olives à la saumure : tout atteste cet antique usage du sel marin rappelé dans

la *Partie historique.* Quelles sont les causes ? On se borne à répondre généralement que le sel marin possède une propriété antiseptique, comme on dirait que l'opium a une vertu soporifique. Cette explication n'est pas satisfaisante. Bien que tout ne soit pas éclairci sur ce point, il est admis que le sel marin, avide d'eau, s'applique et s'approprie celle que contient la matière organique. Est-ce bien là toute l'explication du phénomène ? Il est permis d'en douter. Une dissolution concentrée de sel marin est *aqueuse* évidemment. Or pourquoi végétaux et animaux ne vivent-ils pas dans ce milieu ? parce que cette solution concentrée est encore avide d'eau pour son propre compte : telle est la réponse. Un fait à l'appui : dans les dernières tables des marais salants, là où l'eau de la mer arrive à son maximum de concentration, les animaux microscopiques qui ont jusque-là vécu dans ce milieu liquide, meurent dès que la liqueur est saturée et que les cristaux commencent à se précipiter ; ces innombrables animaux donnent alors à ce liquide leur propre coloration rouge.

Il me semble que l'explication peut encore aller au delà, et je n'hésite pas à produire mes expériences et les considérations suivantes : une solution très-concentrée de sel marin coagule le blanc d'œuf, comme ferait l'application de la chaleur ou le contact d'un sel métallique ; or tout être organique rudimentaire, — végétal ou animal, — a un liquide circulatoire albumineux, séve ou sang. Dès que ce liquide est coagulé, la circulation vitale cesse.

Une solution *saturée* de sel marin coagule donc l'albumine, mais une solution *étendue* de sel marin cesse de la coaguler, et même le premier *coagulum* se dissout lentement dans l'eau pure ou même dans une solution très-diluée de sel marin ; ainsi le blanc d'œuf, parfaitement liquide cependant, contient un peu de sel marin ; la séve végétale, albumineuse, renferme aussi ce sel en faible proportion, et le sang de l'homme en proportion plus abondante. En faisant intervenir des solutions plus ou moins chargées de sel marin, on constate que l'albumine se contracte graduellement jusqu'à la coagulation, à mesure que la proportion de sel augmente. Les aliments trop salés exercent la même action sur nos muqueuses intestinales ; aussi, y a-t-il un appel d'eau pour faire disparaître cette astriction. Voilà donc une simple expérience qui suffit, ce me semble, à

faire ressortir ces deux points : 1° le sel marin conserve les matières organiques, parce qu'il absorbe l'eau, coagule l'albumine et prévient par là l'invasion des microzoaires et des cryptogames (nous avons étudié ailleurs l'action prépondérante de ces parasites dans les décompositions); 2° l'albumine ainsi coagulée se redissout dans l'eau. L'action conservatrice du sel marin n'est donc persistante qu'autant que l'eau ne surabonde pas. J'ajoute que le sel marin, lorsqu'il imbibe le bois, doit être mis à l'abri, non seulement de tout excès d'eau, mais aussi de la sécheresse. En effet, si la solution concentrée cristallise, les petits cubes cristallins, de la sorte formés et interposés parmi les fibres ligneuses, séparent et écartent celles-ci : la ténacité du bois en est altérée.

Les antiques mines de sel gemme de Wielliczka, en Pologne, offrent encore aujourd'hui des étais en bois restés parfaitement intacts, grâce à la solution saline qui les imprègne; ces étais ont été placés cependant depuis un grand nombre de siècles. Les boisages entièrement salés des mines de Hallein, en Autriche, sont encore parfaitement conservés, bien qu'une partie de ces boisages soit antérieure à l'ère chrétienne. Là, évidemment, les conditions de permanente saturation sont réalisées. Dans les mines souterraines de sel gemme, la sécheresse qui fait cristalliser ou l'excès d'eau qui emporte le sel n'atteignent pas les bois. En un tel milieu de saturation constante, les bois sont destinés à une perpétuelle durée, si quelque cause mécanique ne vient les détruire.

La prompte altération des bois, salés par Jackson pour l'amirauté anglaise, en 1767, serait facile à prévoir aujourd'hui : l'eau de mer venait s'introduire dans les fibres et, par endosmose, se substituer à la liqueur primitivement saturée de sel marin. Or l'eau de mer, qui n'est pas saturée de ce sel, ne défend pas les fibres du bois contre les attaques des tarets, etc. Lorsque par exception on retrouve dans la mer des bois antiques bien conservés, on peut affirmer qu'il est intervenu des actions spéciales qui seront indiquées au cours de cet ouvrage (voir Horlemann, 1772, pour les anciens bois de Baies; voir l'analyse des bois trouvés dans l'antique port de Carthage, 1857).

Autre remarque : si le bois imprégné d'eau de mer sert à des

constructions plongées, non dans l'eau, mais dans l'air atmosphérique, il se trouve alors dans des conditions excellentes de durée : l'eau s'évapore lentement, la petite quantité de sel se concentre, réagit sur la matière albuminoïde; les cristaux même qui pourraient se former seraient trop peu nombreux pour occasionner la disjonction des fibres ligneuses.

C'est à tort que certaines personnes donnent la prééminence au sel marin comme agent de conservation. Assurément ce privilége lui paraît acquis au regard des substances alimentaires, puisqu'il ajoute à celles-ci un condiment indispensable à la nutrition; mais par cela même il est moins hostile aux parasites dès qu'une certaine humidité intervient. Le docteur Granville, en considérant la durée presque indéfinie des boisages des mines de sel gemme, allait jusqu'à préférer, pour la conservation des bois, le sel marin au bichlorure de mercure; Payen, en reproduisant cette opinion, n'y contredit pas (*Mémoire sur la conservation,* IV). Je viens de préciser les conditions dans lesquelles l'action du sel marin paraît efficace.

Les tonneliers du littoral méditerranéen ont l'habitude très-ancienne d'assurer aux cercles des futailles une plus longue durée, et surtout une flexibilité plus grande, en laissant longtemps plongées dans la mer les jeunes tiges de châtaignier.

On a produit, en ces derniers temps, quelques études sur l'action antiseptique de différents sels. Les résultats obtenus sont consignés dans le chapitre qui termine ce Traité.

4° *Les acides et les bases.*

Les acides concentrés, avides d'eau, s'emparent de celle qui est contenue dans les matières organiques; ils vont même jusqu'à unir l'oxygène et l'hydrogène qui constituent leur tissu. Mais là n'est pas la principale cause de leur antisepticité. La preuve que l'action efficace est ailleurs, c'est que les acides étendus d'eau ne perdent pas leurs propriétés antiseptiques. Les acides, en général, *coagulent l'albumine;* s'ils sont volatils, ce pouvoir coagulant exerce une répulsion vis-à-vis des germes. D'ailleurs l'étude de ce phénomène

est encore très-imparfaite. Quelle est aussi l'action de ces corps sur l'albumine et la fibrine, sur le soufre et le phosphore, qui paraissent indispensables, sous cette forme, à toute organisation naissante ou développée?

Les acides minéraux sont de puissants antiseptiques qu'on ne saurait appliquer à la conservation des bois : l'action de l'acide se porte sur la fibre ligneuse et la détruit. Les acides minéraux sont les ennemis les plus redoutables du bois. Mais parmi les acides dont l'acidité est à peine sensible aux réactifs, il faut placer l'acide phénique qui joue un rôle évidemment distinct : ce n'est certes point son affinité pour l'eau qui détermine sa puissante efficacité, il est à peine soluble; mais il *coagule fortement l'albumine*, s'unit à elle et produit un composé imputrescible. L'acide arsénieux coagule aussi l'albumine : c'est un poison qui agit énergiquement sur les parasites; il s'empare du phosphore et du soufre qui font partie intégrante des matières albuminoïdes dans les corps vivants. L'acide arsénieux est vraiment un métal liquide, d'autant plus énergique dans son action conservatrice que son oxygène aide à l'oxydation du soufre et du phosphore, en même temps que le radical s'unit aux métalloïdes

Les alcalis minéraux, opposés aux acides, s'attaquent à la pectose, désagrégent et *brûlent* vraiment le ligneux, en le transformant lentement en acide carbonique. L'erreur était grande de ceux qui proposaient l'emploi de la chaux et surtout de la potasse caustique pour conserver les bois. Mais, de même que les acides dépourvus de toute réaction acide énergique sont parfois des agents conservateurs, de même aussi les bases composées, sans réaction alcaline très-accusée, telles que l'aniline, la picoline, la quinoléine, ont des vertus antiseptiques très-caractérisées.

5° *Les huiles essentielles.*

Les essences ont la propriété d'éloigner les organismes rudimentaires. L'aspiration des parfums, les onctions d'huiles aromatiques, l'introduction des herbes odoriférantes dans les cadavres, sont des moyens employés, depuis l'antiquité la plus reculée, pour satisfaire peut-être l'un de nos sens, mais surtout pour éloigner les parasites.

Les entomologistes savent très-bien tuer instantanément les insectes, en les plongeant dans une atmosphère de benzine. L'encre cesse de se couvrir de fleurs, c'est-à-dire de moisissures, dès qu'on ajoute une essence; quelques gouttes d'huile de goudron, mises sur une assiette, font fuir tous les insectes placés dans le voisinage (acide phénique volatilisé ?). Le fait est constant; mais quelle est la nature plus intime de l'action exercée par ces substances volatiles? Y a-t-il là un effet d'ozonisation, ainsi que pourraient le faire pressentir quelques recherches de M. Cloëz?

6° *Les résines et les corps gras.*

Les résines et les corps gras empêchent-ils seulement l'air et l'eau d'atteindre les éléments organiques putrescibles? Sont-ils simplement des écrans? On l'admet; mais l'action est certainement plus profonde. Les résines, tenues naturellement en dissolution dans les essences, sont formées d'acides divers. Le pin maritime laisse écouler une substance onctueuse formée d'une essence (térébenthine) que la distillation peut extraire, et de trois acides qui constituent la résine (pimarique, pinique et sylvique).

Lorsque ces substances sont mêlées, par exemple, à la naphtaline, à l'aniline et surtout à l'acide phénique (substances qui abondent dans les goudrons), il y a évidemment une action complexe qui assure bien mieux la conservation. L'acide phénique agit comme antiseptique énergique, pendant que les corps onctueux empêchent sa volatilisation et s'opposent à l'introduction de l'air et de l'eau dans les pores du bois. Voir à ce sujet l'étude entreprise pour déterminer l'action conservatrice des goudrons et de leurs dérivés (*Documents*, n°s 118, — 168).

Tels sont, en abrégé, les quelques principes qu'il est maintenant permis de formuler. Il y a encore des lacunes à combler; je viens d'en signaler plusieurs.

Il reste à voir comment, dans l'application industrielle, on s'est conformé à ces principes.

CHAPITRE III

Résumé des tentatives faites pour la conservation des bois en Angleterre, en Hollande, en France, en Suède, en Amérique, en Russie. — Activité de la période 1830-1840. — Résultats acquis. — Indication de la voie ouverte aux nouvelles recherches.

L'ordre chronologique que j'ai adopté exigerait qu'ici fût placée la description des moyens successivement proposés pour la conservation des bois; mais ces moyens sont si nombreux, si divers, et ont une valeur scientifique et industrielle si différente, que j'ai dû scinder cette étude : je ne parcourrai maintenant que les grandes lignes, renvoyant aux *Documents* et *Remarques* l'exacte reproduction des divers moyens. Cette dernière partie remonte aux origines, oblige à des répétitions parfois et à des détails qui paraissent au moins insignifiants; il a fallu mettre quelque ordre dans ce chaos, *rudis indigestaque moles*. Ce relevé chronologique, présenté sous forme abrégée et synoptique à la page 152, sera utile à ceux qui veulent approfondir ce sujet ou se livrer à de nouvelles recherches.

Mais dans ce chapitre et les deux chapitres suivants j'entre de plain-pied dans la description des moyens réputés les plus efficaces et les plus éprouvés; c'est surtout l'état actuel de notre industrie, dégagée de tous les langes du berceau.

La conservation des matières organiques a été comme une attraction exercée sur l'esprit humain dans tous les temps; c'est d'ailleurs une nécessité qui s'impose. Cette tendance à la conservation s'accuse d'autant plus vive que la nation ou le siècle sont plus éclairés. L'être organique qui est supérieur à tous les autres ne peut voir sans regret la disparition de ces merveilleuses matières organisées, vivantes. On a voulu fixer les formes affectées durant la vie; qu'en cela on ait cédé à une noble inspiration, ou bien qu'on ait cherché à éloigner les maladies produites par la décomposition des matières organiques, soit enfin qu'on ait donné satisfaction aux nécessités de l'existence, en

conservant les approvisionnements de blé, de comestibles, de vêtements, de bois de charpente, etc.; toujours est-il vrai de dire que ces préoccupations se sont manifestées à toutes les époques. C'est la conclusion qui se dégage de la partie historique de ce volume.

Les tentatives anciennes ont été nombreuses, répétées, quelquefois efficaces. L'action conservatrice des aromates, de l'alun, du sel marin, de la fumée, du tanin, et surtout des huiles, résines et goudrons, a été reconnue : c'était l'empirisme, c'était aussi l'observation. Le moyen âge n'a guère accru ce bagage de science et d'application. Les acides minéraux et les sels de fer cependant prennent place parmi les agents conservateurs; je n'oserai pas affirmer encore que quelque recherche plus attentive ne nous fasse pas apercevoir cette dernière application déjà faite par les anciens (le *misy* de Pline, sulfate de fer ou de cuivre?).

Vers le commencement du siècle dernier, les sciences naturelles prennent un caractère particulier d'exactitude. On se passionne moins pour les mots et pour Aristote, on va droit aux faits. Et cependant l'indication pratique, fournie par Homberg pour conserver les bois avec le bichlorure de mercure, restait oubliée ou délaissée. Le même sort était réservé aux renseignements produits devant l'Académie de Dijon, au concours de 1767, par de Boissieu et par Bordenave qui signalaient de nouveau l'action antiseptique des sels mercuriels, sans rappeler toutefois l'application spéciale qui en avait été faite déjà par Homberg. L'action conservatrice d'autres sels métalliques était également annoncée alors par les mêmes auteurs (sels de cuivre, de plomb, de fer, etc.).

A ce moment, deux peuples éminemment positifs et pratiques avaient besoin de trouver les moyens de conserver, l'un sa flotte, l'autre ses villages et ses villes. L'Angleterre et la Hollande sont les véritables initiatrices des recherches modernes relatives à la conservation des bois. Ce n'est plus l'action individuelle et le laboratoire exigu, c'est l'effort de deux nations cherchant les conditions de leur développement ou de leur existence. Ces premières tentatives sérieuses, tenaces, pour la conservation des bois, sont dues surtout à l'Amirauté anglaise qui provoquait les inventeurs à imaginer des moyens propres à garantir de la décomposition les bois des vaisseaux, et à assu-

rer ainsi la préservation de la flotte britannique. La marine d'État, créée par la reine Élisabeth en 1558, recevait en effet, deux siècles plus tard, un grand développement, parce qu'alors l'Angleterre ajoutait à l'Amérique et à ses autres colonies, la Floride enlevée à l'Espagne, et le Canada, le Sénégal, enlevés à la France.

Mais ses vaisseaux devenus plus nombreux se pourrissaient très-vite. Les parasites de toutes sortes, les xylophages, les tarets, les champignons cryptogamiques étaient des ennemis secrets et presque invisibles qui conspiraient contre la flotte anglaise et la mettaient en quelques années hors de service. Cette détérioration rapide était-elle due à des bois trop récents qui n'avaient pas séjourné assez longtemps sous les hangars? Quelle que fût la cause, il est certain que la durée des navires se trouvait fort abrégée (durée 5, 10 et 15 ans). La quille de l'*Intrépide*, vaisseau construit et lancé en 1767, était déjà pourrie en 1770. On dressait ainsi la longue liste nécrologique des vaisseaux qui n'avaient eu qu'une éphémère existence. L'altération commençait même parfois au chantier de construction; le bois était vermoulu en même temps qu'il était employé. On se livra donc avec ardeur à ces recherches, ayant seulement pour guides quelques observations. En lisant le mémoire publié par Knowles, secrétaire de l'Amirauté, on peut voir les préoccupations, j'allais dire les anxiétés avec lesquelles ces essais étaient poursuivis en Angleterre.

L'expérience persévérante, marchant alors à tâtons, s'est heurtée à tous les agents chimiques connus, demandant à chacun d'eux la préservation du bois. Tous ces moyens sont décrits ci-après dans les *Documents*. Tantôt, c'est le vitriol (sulfate de fer) uni à la chaux; — ou bien la pyrite de fer arsenicale; ou encore l'alun avec le sel marin cristallisé; — ou le lait de chaux; — ou la carbonisation superficielle des bois; — ou bien la pénétration des bois par les vapeurs résineuses, tentative plus intelligente qui devait devenir plus tard une conquête industrielle.

Cette pénétration des bois par les vapeurs résineuses, après avoir été conseillée par Mackonochie, fut expérimentée dans les chantiers anglais par Lukin, en 1812. De très-grands préparatifs étaient faits pour cette application qui fut cependant abandonnée à son début même, parce que, au mois de décembre de cette année 1812, la

vaste étuve disposée à cet effet fit explosion, tuant et blessant un grand nombre d'ouvriers. En résumé, on peut dire que, malgré les nombreux essais faits en Angleterre jusqu'au commencement de ce siècle, aucune méthode n'est sortie victorieuse de ces luttes véritables entre les agents de préservation et les agents de décomposition. Rien n'est resté debout, si ce n'est l'expérience acquise.

Pendant ce temps et parallèlement la Hollande se préoccupait vivement du même problème; il s'agissait moins pour ce pays de sa flotte que de ses côtes. On s'aperçut, en effet, en 1733 et 1770 surtout, que les bois des digues étaient rongés par les vers marins appelés *tarets*, de sorte que ces remparts opposés à l'invasion de la mer ne présentaient aucune résistance, et, par conséquent, aucune sécurité. Le danger était imminent; la rupture d'une assez grande étendue des digues prouva qu'il était urgent de le conjurer. Ce pays bas faillit se trouver envahi par les eaux. On répara à la hâte les ouvrages maritimes, tout en cherchant les moyens de leur assurer une plus longue durée. Je n'ai pas le détail des expériences qui furent alors entreprises; mais le rapport officiel et récent d'une savante commission hollandaise nous apprend que des tentatives furent faites sans succès au chantier de marine, à Rotterdam, pour conserver les bois avec le sublimé corrosif; et que « dès 1730, des préparations mercurielles et arsenicales ont été essayées, mais sans résultats satisfaisants. Notre compatriote Job Baster en fait mention dans sa lettre au président de la Société royale de Londres[1]. »

Vers cette même époque et dans ces mêmes régions du Nord était signalé et passait inaperçu un moyen de conservation relativement très-efficace pour conserver les bois. Ce moyen publié sous forme de recette par Salberg, en Suède (Mémoires de Stockholm, 1772), consistait à imprégner le bois, préalablement desséché, d'une dissolution très-chaude de sulfate de fer rendu neutre et colorant par de l'oxyde rouge de fer. Puis, ce bois était soumis de nouveau à la dessiccation, et imbibé enfin d'huile de poix (essence) et de goudron. On trouvera aux *Documents* la description textuelle même.

Le moyen pratiqué en Amérique consistait à abreuver d'huile de

[1] Rapport de M. Von Baumahuer, etc.

poisson, et parfois d'huile bouillante, les bois de la marine (*Doc.*, n° 6).

En France, dans ces débuts, on ne se préoccupait guère d'actionner le bois par des *moyens chimiques*, afin d'assurer sa conservation. C'est à peine si l'on trouve quelques rares noms de chercheurs dans cette voie; mais Buffon et Duhamel du Monceau signalent un moyen *naturel* d'assurer au bois une plus longue durée. Ces savants sont excités par le mot de Colbert : la *France périra faute de bois*[1]. Buffon propose d'écorcer l'arbre vivant[2] pour augmenter la densité et la durée du bois. Duhamel fait des expériences qui démontrent l'utilité de cette pratique. Ces tentatives sont généralisées, non-seulement en France, mais en Europe. Le bois acquiert par là des qualités nouvelles; sa décomposition est retardée sans doute. Mieux vaudrait un agent qui empêchât cette décomposition.

Au commencement de notre siècle, on voit s'accuser davantage et se répandre ce désir de trouver un agent préservateur. Appert, par son procédé et ses publications[3], n'avait en vue sans doute que les aliments; mais il contribua à développer ces préoccupations, étendues jusqu'aux bois. Si l'on considère ce mouvement des esprits jusqu'en 1830, on voit l'activité de ces recherches aller toujours *crescendo :* c'est Champy qui trempe le bois dans le suif fortement chauffé et détermine ainsi la pénétration de ce corps gras (1813); c'est Chapmann (1815), c'est le *philosophical Magazine*, c'est Newmarch, etc., qui introduisent, par la simple immersion, des sels métalliques dans les couches superficielles du bois, tandis que d'autres font pénétrer des matières goudronneuses (procédés de Cook, Semple, Dagneau, Sanderson, etc.).

Sans principes, sans règles, on demandait à toutes les substances de la création d'opposer une digue à la décomposition organique; on peut lire dans le Mémoire de Knowles la longue liste de ces subs-

[1] « Attention de M. de Colbert pour la conservation des bois du royaume. » (*Mém. de l'Acad.*, 1721, p. 286.)

[2] « Moyen facile d'augmenter la solidité, la force et la durée du bois, en l'écorçant de « haut en bas dans le temps de la séve, par M. de Buffon, 1738.» (*Hist. de l'Acad.*, p. 54, et *Mém*, p. 169.)

[3] « Le Livre de tous les ménages, ou l'Art de conserver pendant plusieurs années toutes « les substances animales et végétales, 2e édit., 1811. »

tances que je rapporte aux documents (n° 52). C'est le goudron d'ailleurs qui sous toutes les formes domine dans ces applications : froid ou chauffé ; mêlé au suif et à la résine ; réduit en vapeurs avec l'eau ; traité préalablement par le chlore ; joint au pyrolignite de fer ; uni au caoutchouc ; mêlé à l'acide acétique et composant l'acide pyroligneux, etc.

Mais vers 1823 l'Angleterre crut enfin avoir trouvé la solution de ce problème si ardemment cherchée. L'un de ses intelligents manufacturiers, Kyan, venait de découvrir et de montrer la possibilité de conserver le bois de charpente des serres du duc de Devonshire, en immergeant ce bois dans une solution étendue de sublimé corrosif. L'essai réussit. A cette époque étaient tout à fait oubliées d'ailleurs les indications fournies par Homberg, les expériences de Job Baster, et les recherches consignées dans les Mémoires lus à l'Académie de Dijon. Un siècle avant Kyan, Homberg avait constaté que le sel mercuriel conservait les bois ; et, un siècle et demi avant l'un de nos naturalistes contemporains les plus savants, Homberg aussi avait déterminé la cause principale de cette action conservatrice, en disant que le sel métallique agissait en tuant les œufs des vers (Voir *Doc.* 1).

Le succès obtenu par Kyan détermina le gouvernement anglais à tenter la conservation des vaisseaux avec ce sel mercuriel, malgré son prix élevé et ses propriétés toxiques. La réussite paraissait certaine, l'efficacité étant démontrée ; et néanmoins, les serres du duc de Devonshire restaient intactes, tandis que les bois des vaisseaux imprégnés du sel mercuriel se pourrissaient toujours. Quelle était la cause de cette singulière anomalie ? Je n'ai trouvé nulle part l'explication ; quelques expériences directes me permettent de dire qu'elle est fort simple cependant : on avait oublié de tenir compte du nouveau milieu dans lequel le bois se trouvait plongé. Le sel mercuriel persiste dans le tissu ligneux entouré d'air, et là il défie tous les parasites qui verraient leur propre albumine paralysée et altérée ; mais dans la mer le chlorure mercuriel, d'insoluble qu'il était avec l'albumine, devient soluble au contact du chlorure de sodium ; et dès lors la matière conservatrice disparaît, abandonnant le bois sans défense aux agents de destruction (Voy. ci-après, ch. VI).

Après tant d'espérances et d'illusions déçues, on éprouva donc en Angleterre une nouvelle déception, en constatant l'impuissance du sel mercuriel. Donc, rien, — pour les bois à la mer du moins.

Tous ces efforts qui convergent vers un même but arrivent à leur *summum* d'intensité à dater de 1830. Si l'on observe philosophiquement la marche progressive des sciences appliquées, on aperçoit ici comme toujours la période préparatoire durant laquelle l'activité va croissant. Quelques esprits d'abord soulèvent les questions, des groupes arrivent, enfin des légions qui cherchent la solution du problème. La solution une fois trouvée, sinon parfaite, du moins acceptable, l'effort et la tension diminuent, à peu près comme une graine qui germe, grandit jusqu'à la fructification. Le relevé chronologique que j'ai fait avec soin permet de suivre exactement ce mouvement et ces diverses étapes.

Lorsqu'à partir de 1830 ces préoccupations deviennent générales, la France qui au début était restée, sinon inactive, du moins plus attardée que l'Angleterre, prend le premier rang. Il n'est que juste de dire que durant la période décennale (1830-1840), elle a produit, dans le sujet traité ici, les plus importantes transformations scientifiques et industrielles. *Avant,* on tâtonnait; *après,* on a modifié surtout, perfectionné; mais presque toutes les véritables et grandes innovations datent de cette période : c'est là du moins l'appréciation que me suggère l'étude attentive de cette époque si rapprochée de nous. Le lecteur trouvera d'ailleurs aux *Documents* tous les titres qui lui permettront d'établir son opinion. Alors Bréant (1831) imagina un appareil qui contraint le sulfate de fer et l'huile de lin à pénétrer profondément dans toutes les fibres du bois. Il atteint ce but, en faisant intervenir successivement le vide et la compression. Bethell (1838), en Angleterre, fait l'application du même principe avec un appareil plus heureusement disposé encore. Le Dr Boucherie (1837) suit une tout autre voie : il profite de la *succion vitale* exercée par les feuilles qui appellent dans le bois encore vivant, non plus la séve, mais le liquide conservateur qui la remplace. Ou bien encore le Dr Boucherie *déplace* simplement la séve, en mettant l'arbre en communication avec un réservoir élevé qui contient la liqueur antiseptique substituée à la séve. Moll (1835), en Angleterre, distille

les goudrons et fait pénétrer les vapeurs de créosote et d'eupione dans une étuve qui contient le bois, abreuvé de ces vapeurs antiseptiques.

Je n'ignore pas que les contemporains ont parfois contesté, dans l'ardeur de la lutte qui accompagne toutes les créations, la nouveauté même de ces méthodes. On trouve effectivement, — et j'ai dû relever avec soin ces origines, — que Magnol, de La Baisse, Hales, Bonnet, Duhamel, de Saussure et, plus tard, Biot, avaient fait pénétrer dans les végétaux des liquides colorés et même du sulfate de cuivre (de Saussure), soit par *succion vitale*, soit par *déplacement*, soit par *compression*; le vide lui-même n'est qu'une pression exercée par l'atmosphère. On pourrait dire encore que Kyan, en employant le bichlorure de mercure, n'a fait que reproduire le procédé du Hollandais Job Baster, qui lui-même répétait déjà l'indication si précise fournie par notre savant académicien Homberg. Les vapeurs goudronneuses étaient signalées aussi, dix-huit siècles avant Mackonochie et Lukin, par Virgile même, lorsqu'il décrivait dans les *Géorgiques* l'action de la fumée du foyer rustique durcissant le bois de la charrue. Mais ceci me remet en mémoire un ancien professeur qui trouvait étrange que la découverte du nouveau monde fût attribuée à Colomb, puisque cette découverte était clairement décrite par Sénèque le Tragique (*Médée*, ACT. II). L'illustre navigateur génois ne connaissait pas même le texte étrangement prophétique de Sénèque, lorsqu'il s'est élancé à la découverte de l'autre hémisphère.

Il convient donc aujourd'hui de faire la part plus large à la bienveillance et à la justice. Il arrive souvent qu'un inventeur reproduit, sans la connaître et en l'améliorant, une méthode antérieure : il est plagiaire inconscient et fort utile. C'est encore un grand mérite que d'amener l'hypothèse jusqu'à la réalité. Je devais ces éclaircissements et aussi cette défense au profit de ceux qui ont véritablement créé l'industrie de la conservation des bois, qui l'ont fait sortir des régions théoriques et abstraites pour en faire une grande conquête industrielle.

Les divers moyens *physiques* ou *mécaniques* ci-dessus rappelés ont pour objet surtout d'introduire profondément dans les tissus des bois les substances antiseptiques.

Quant aux agents *chimiques* qui doivent assurer la conservation du tissu ligneux, nous voyons durant cette même période 1830-1840, Bethell user de l'huile lourde de goudron, dite créosote ; Moll, de cette même huile sous forme de vapeurs. En France, les produits goudronneux étant moins abondants, on emploie les sels de fer, de plomb, de cuivre, l'huile lithargyrée, etc. Durant les dernières années de cette période encore, on commence à appliquer ces moyens de conservation aux traverses de chemins de fer. Jusque-là ces traverses étaient en bois de chêne, peu altérable grâce à l'oblitération naturelle de son tissu vasculaire et à son tanin. Mais dès qu'on eut recours à des essences de bois moins résistantes, ces traverses se trouvèrent pourries, après deux ou trois ans de séjour dans le sol. L'expérience a démontré que ces mêmes traverses bien injectées avaient une durée de dix à quinze ans.

La théorie de la conservation des bois apparaît en même temps, c'est-à-dire vers 1835. En constatant de nouveau la présence, dans leurs tissus, de matières azotées (Payen, *Mémoires*), on reconnaît que les sels métalliques ou les substances goudronneuses se combinent à cette matière azotée et la rendent inaltérable. Il est exact de dire que depuis 1841 l'efficacité des sels de cuivre a été mieux constatée et expérimentée ; les effets de l'huile lourde de goudron soigneusement étudiés ; l'introduction de la vapeur dans les bois, sous de fortes pressions, tentée ; l'action du goudron bouillant, suivie et approfondie ; la formation des sels insolubles résultant d'une double décomposition dans le tissu même du bois, proposée et appliquée ; la carbonisation du bois par la vapeur d'eau surchauffée, obtenue, etc.

La théorie doit chercher par des investigations nouvelles à mieux préciser l'action des divers agents conservateurs et les causes qui rendent la préservation seulement passagère ; la pratique, à rendre plus durable l'action des antiseptiques, en momifiant les bois.

Il importe d'entrer maintenant plus avant dans l'examen des méthodes principales qui sont aujourd'hui largement appliquées.

CHAPITRE IV

Procédés qui permettent de faire pénétrer les agents antiseptiques dans les bois. — Agents antiseptiques actuellement employés (sulfate de cuivre, chlorure de zinc, créosote; action des sels de fer mêlés aux sels de cuivre). — Choix des agents antiseptiques, suivant les milieux dans lesquels ils sont plongés. — Substances antiseptiques signalées par M. Payen; omissions.

L'art de conserver les bois se divise en deux parties distinctes :

1° Le choix de la substance conservatrice;

2° Le moyen de la faire pénétrer dans le bois.

La pratique rend évident ce fait qu'*un médiocre agent conservateur, introduit dans la totalité du tissu ligneux, assure au bois ainsi pénétré une durée plus longue que celle qui serait assurée au bois enduit superficiellement d'un agent préservateur plus efficace.* L'égalité d'action ne pourrait exister qu'autant que l'énergie du premier agent serait représentée seulement par 1 et celle du second par 10 environ. Je ne donne ces chiffres que comme des approximations.

Puisque la pénétration complète offre de tels avantages, il est essentiel de commencer par étudier les moyens d'*injecter* les bois. Les agents antiseptiques ont des aptitudes diverses; les uns peuvent mieux garantir les bois contre les atteintes de l'eau douce ou bien de l'eau de mer; les autres, contre les actions de la terre humide ou de l'air. Mais il est une condition qui s'impose à tous, dès qu'on veut obtenir d'eux tout l'effet utile, c'est qu'il y ait contact des réactifs avec les fibres ligneuses.

Moyens d'injection ou de pénétration.

Lorsqu'on a voulu introduire dans le bois une solution conservatrice, la première pensée a été de l'immerger simplement dans cette solution. Mais l'immersion, même prolongée, est insuffisante, surtout pour les bois durs. Le liquide ne pénètre qu'à quelques cen-

timètres. L'humidité propre des bois et les gaz contenus dans les vaisseaux capillaires opposent une résistance; pour la vaincre, on a d'abord desséché le bois, puis on l'a placé debout, le pied plongé dans la liqueur, afin de faciliter la sortie de ces gaz par la partie supérieure et d'attirer cette liqueur par la capillarité. Il est démontré que les liquides pénètrent dans les bois, non point de la circonférence au centre, c'est-à-dire dans le sens des rayons médullaires, mais bien en suivant les vaisseaux ou les fils du bois. L'imprégnation n'étant pas trouvée complète de la sorte, surtout lorsqu'il s'agissait de faire pénétrer des liquides visqueux comme le suif ou le goudron, on a essayé de chasser du bois à la fois l'air et l'humidité, en le plongeant dans des liquides chauds ou bouillants. La vapeur formée dans les vaisseaux ligneux, en s'échappant du sein des liquides préservateurs, opère un vide intra-vasculaire qui se trouve comblé par les agents antiseptiques eux-mêmes, tels que : le goudron et les bitumes (*Doc.* 6, — 36, — 50, — 93); le suif (*Doc.* 28); le sulfate de cuivre (*Doc.* 94, — 110); mais généralement la pénétration des sels métalliques surtout reste fort incomplète.

Bréant a réagi sur les bois en exerçant sur eux une action très-énergique (*Doc.* 64). Après avoir placé les pièces de bois tout debout dans un cylindre en fonte, il a opéré le vide dans un cylindre voisin. L'air, contenu dans le bois et aspiré par le vide, quitte sa retraite : à ce moment, une pompe foulante introduit dans le réservoir chargé de bois soit un sel de fer, soit l'huile de lin, sous une forte pression. L'imprégnation est alors parfaite dans les bois dont la fibre est molle et les vaisseaux béants.

Bethell, usant d'un seul grand cylindre en tôle, horizontal, facile à charger de bois et à décharger, opérait dans cet unique cylindre le vide d'abord, puis l'injection de l'huile lourde de goudron sous une pression de dix atmosphères (*Doc.* 84). Quelle que soit d'ailleurs l'énergie des moyens employés, le cœur des bois durs tels que le chêne, l'acacia, reste absolument réfractaire à la pénétration (*Doc.* 145, — 169).

Au lieu de recourir à la force mécanique, aux engins coûteux, le Dr Boucherie profitait de la saison de la séve pour faire *sucer*, par les végétaux eux-mêmes, le pyrolignite de fer au début de ses expé-

riences et, plus tard, le sulfate de cuivre (*Doc.* 83). Le Dr Boucherie employait encore un moyen très-simple de pénétration, en déplaçant simplement la séve et lui substituant la liqueur conservatrice qui, placée dans un réservoir élevé, exerçait par là même une pression. Ce dernier procédé réunirait tous les avantages, s'il était également applicable en toutes saisons, comme le procédé de Bréant ou de Bethell. L'un choisit les bois verts et en séve (Boucherie), tandis que l'autre s'exerce de préférence sur les bois les plus secs. Donc tous deux offrent des avantages spéciaux.

En résumé, les liquides conservateurs pénètrent dans les bois :

1° Par *capillarité* (simple immersion dans liquides froids);

2° Par *capillarité* et *compression atmosphérique* (immersion des bois dans liquides bouillants);

3° Par l'effet successif du *vide* et d'une puissante *compression* (10 atmosphères);

4° Par *succion vitale* ou par simple *déplacement* dans les arbres gorgés de séve;

5° Enfin, les bois peuvent être imprégnés d'agents antiseptiques, introduits sous forme de *vapeurs*, soit librement, soit par l'effet de la compression.

Un mot sur ce dernier point. Tandis que l'introduction des liquides s'effectue en suivant la voie des fibres ou des fils du bois, la pénétration des vapeurs s'opère dans le sens des rayons médullaires, c'est-à-dire de la périphérie au centre. (Pour la pénétration des vapeurs, voir *Doc.* 25, — 75, — 77, — 121.)

Les moyens de pénétration généralement employés aujourd'hui reposent sur les principes adoptés par Bréant, par Bethell et par Boucherie. L'appareil de Bethell, après avoir subi diverses modifications, sert à introduire l'huile créosotée ou le sulfate de cuivre.

Agents antiseptiques.

Deux substances surtout sont appliquées maintenant à la conservation des bois : 1° l'*huile lourde de goudron* (dite *créosote*), signalée par Bethell et dont l'usage s'est généralisé en Angleterre, en Allemagne, en Belgique; 2° le *sulfate de cuivre*, principalement employé en France, où la créosote est aussi utilisée depuis quelque temps.

Le sulfate de cuivre sert à imprégner les traverses de chemins de fer, les poteaux télégraphiques, les échalas, c'est-à-dire des bois enterrés en totalité ou en partie; il s'applique plus rarement aux bois à la mer, et plus rarement encore aux constructions civiles (charpentes, menuiserie).

L'industrie a délaissé un grand nombre d'autres réactifs dont on lira la liste dans le résumé synoptique ci-après; elle a successivement abandonné : le bichlorure de mercure (d'Homberg et de Kyan); le pyrolignite de fer et le pyrolignite de plomb; le chlorure de zinc (de Burnett), etc. On trouvera aux documents, sous les noms de ces auteurs, les discussions relatives aux procédés et à l'abandon qui en a été fait. Je ne puis me dispenser de faire observer que plusieurs étaient dignes d'un meilleur sort. On reviendra sans doute, comme il arrive si souvent, à quelques-unes de ces anciennes indications, aujourd'hui abandonnées. Le chlorure de zinc notamment, longtemps employé en Angleterre pour la préparation des bois de la marine, est un sel conservateur très-efficace, pourvu que les bois par lui imprégnés ne soient immergés ni dans l'eau de mer, ni dans l'eau douce, mais demeurent dans l'air ou même dans la terre. La condition essentielle du succès consiste à saturer tout excès d'acide, ainsi qu'on le verra au Doc. 85, l'excès d'acide déterminant l'altération de la fibre ligneuse. Mais bornons-nous ici à l'étude des agents préférés.

« Le sulfate de cuivre, dit M. Payen, conserve le bois en se fixant sur la cellulose, la matière ligneuse et diverses substances azotées; il offre une propriété toxique suffisante pour empêcher les insectes d'attaquer le tissu ligneux [1]. » Ailleurs, M. Payen insiste sur la nécessité d'employer seulement le sulfate de cuivre pur, exempt de sulfate de fer surtout [2]. M. Maurice Boucherie déclare aussi « qu'il est difficile de conserver les bois par le sulfate de cuivre, si ces bois renferment plus de 6 p. 100 de sulfate de fer [3]. » La raison en est que le sulfate de fer, incomplétement oxydé, appelle l'oxygène soit de l'air, soit du ligneux et provoque par là une plus prompte altération de celui-ci.

[1] Payen, *Précis de chim.*, t. II, 5e édit.
[2] *Mém. sur la conservation* et *Préc. de chim.*
[3] *Compt. rend. de l'Acad.*, t. LXVII.

J'ai fait, après beaucoup d'autres, cette observation qu'un clou fixant une planche contre un mur humide, s'oxyde assez vite et détermine tout autour la décomposition du bois. Une action analogue résulte-t-elle du mélange du sulfate de cuivre avec le sulfate de protoxyde de fer? Je l'ignore; mais je sais un fait qui tendrait à infirmer cette opinion. Les antiques mines de San-Domingos, en Portugal, ont été autrefois exploitées, même du temps des Romains, puis abandonnées, lorsqu'en 1864 M. Deligny, dans le dessein de rétablir l'exploitation, pratiqua des fouilles et découvrit de vieilles roues en bois, roues à godets destinées à épuiser jadis la mine de ses eaux chargées de sels métalliques. L'une de ces grandes roues ($6^m,66$ de diamètre), vieille de 1400 ans environ, a été envoyée aux galeries du Conservatoire des arts et métiers de Paris. Ce doyen des bois imprégnés de solutions métalliques a été analysé par M. Payen lui-même, qui a trouvé le ligneux très-métallisé[1]. Cent parties de ce bois desséché renfermaient 8,83 de cendres composées surtout de fer et de cuivre. Les calculs établissent que ce bois contenait par mètre cube plus de 4^k de sulfate de cuivre et de 12^k de sel de fer (sous-sulfate de sexquioxyde de fer); mais ce dernier était-il sous cette forme au moment de la pénétration? Ne faut-il pas reconnaître par cet exemple que les sels de fer, ceux du moins qui sont peroxydés, n'exerceraient aucune action destructive? On objecte sans doute que les sels peroxydés étant acides réagissent sur la fibre ($3\ SO^3$, $Fe^2\ O^3$). Alors comment expliquerait-on cette durée indéfinie des roues de San-Domingos? J'ajoute qu'une fois sorties de la mine, les roues restées en Portugal ont été abandonnées aux intempéries de l'air et se sont promptement détériorées. Mais cet exemple est de nature à montrer que le mélange du sel de fer au sel de cuivre n'est pas aussi fâcheux qu'on le pense.

La proportion de sulfate de cuivre introduite dans le bois est habituellement de $5^k,500$ par stère : c'est la dose rendue obligatoire par le cahier des charges des chemins de fer. On peut toujours reconnaître si la liqueur conservatrice contient la proportion voulue de sel de cuivre, en analysant cette solution. Les moyens faciles d'arriver à cette détermination et à ce dosage sont rappelés au Doc. 145.

[1] Voir *Compt. rend. de l'Acad.*, mai et juin 1864.

Lorsque la solution cuivrique se mêle au liquide séveux, il en résulte non-seulement une atténuation du titre primitif, mais aussi l'introduction de corpuscules organiques apportés par la séve elle-même. Cet apport enlève au sulfate de cuivre une grande partie de son efficacité. (Doc. 162.)

La solution cuivrique ne pénètre pas uniformément dans toutes les essences de bois : l'introduction de ce liquide est très-facile dans le peuplier, le bouleau, le hêtre; moins facile dans le frêne, l'orme; mais le cœur du chêne, l'acacia, le cœur du pin semblent rebelles à toute pénétration. (Doc. 145.) Constatons d'ailleurs que là où il y a refus d'absorption existe une cause naturelle conservatrice : ainsi le cœur de chêne, ayant ses vaisseaux oblitérés par la matière incrustante, ne permet pas l'introduction des agents, soit destructeurs, soit antiseptiques. Le pin rempli de matière résineuse repousse les autres agents conservateurs. Le Document 145 indique la dépense détaillée qu'entraîne l'usage des sels de cuivre.

Les huiles lourdes de goudron contiennent, indépendamment d'un grand nombre de substances antiseptiques, la plus efficace de toutes, l'*acide phénique,* qui coagule l'albumine avec une grande intensité; c'est dire par là que cet acide surtout est impropre à la vie des parasites, puisqu'il coagule l'albumine qu'ils contiennent, séve ou sang.

Ces substances goudronneuses, en se résinifiant, en se solidifiant dans les pores du bois, les remplissent et arrêtent de la sorte ces deux véhicules des agents organisés : l'air et l'humidité. Un mètre cube de bois sec absorbe de 150 à 300 litres de ces huiles créosotées, dont le prix varie de 5 à 7 francs par hectolitre. Pour étudier à fond cet agent conservateur et connaître la dépense détaillée que son application occasionne, il convient de se reporter aux Documents que j'ai produits ci-après sous les N°s 118, — 168, — 169.

Les principes précédemment exposés permettent de dire :

1° *En ce qui concerne le sulfate de cuivre :*

Que ce sel est toxique pour les végétaux et les animaux parasites qui apparaissent au début de toute décomposition organique;

Que la dose de sel de cuivre doit surabonder, lorsque les bois sont

destinés à être plongés dans l'eau ou enterrés dans un sol humide, parce que l'eau entraîne lentement ce sel en *dissolution*, et parce que l'eau de mer l'emporte plus vite encore en *combinaison;* qu'on doit exclure, pour les bois à la mer, ce moyen de conservation;

Qu'il y a, dans les bois pénétrés du sel cuivrique, une portion du sulfate unie étroitement au tissu ligneux, et une autre portion surabondante du même sulfate restée libre; que cette dernière fraction, dissoute d'abord et emportée par les liquides extérieurs, retarde seulement l'enlèvement du sel métallique combiné au bois; mais que cette combinaison elle-même, quoique plus stable, n'échappe pas à la soustraction, accélérée ou retardée suivant la vitesse et la facilité de renouvellement du liquide dissolvant;

Qu'au contraire, la dose du sel métallique doit être diminuée dans les bois destinés aux constructions aériennes, afin de prévenir l'effet mécanique des cristallisations intra-vasculaires;

Que la solution cuivrique finit par se charger d'éléments organiques préjudiciables au succès de l'opération conservatrice.

2° *En ce qui concerne l'huile créosotée:*

Qu'il est hors de doute que les composés goudronneux-phéniqués sont préférables aux sels métalliques *pour les bois à la mer,* parce que la naphtaline, l'aniline, l'acide phénique notamment, exercent une action antiseptique, coagulent l'albumine, et par là s'opposent à la circulation séveuse ou sanguine des parasites;

Que la volatilité et la solubilité de ces agents préservateurs pourraient rendre seulement momentanée leur action antiseptique, si les huiles plus fixes et épaisses qui les accompagnent n'enserraient et ne retenaient les précédents composés, obstruant en même temps tous les pores du bois qui ne laissent plus qu'un difficile accès aux liquides dissolvants et aux gaz destructeurs;

Mais que, d'autre part, des objections graves ont été élevées au point de vue pratique, soit en raison de la production restreinte de ces huiles qui ne saurait suffire à un emploi généralisé, soit parce que les bois ainsi pénétrés offrent de graves dangers d'incendie, ces bois enflammés étant inextinguibles; qu'au contraire le sulfate de

cuivre, de même que tous les sels métalliques, rendent le bois ininflammable.

J'ai dit déjà que le *bichlorure de mercure* avait été abandonné; son action, très-efficace sur les bois plongés dans l'air, est diminuée déjà dans l'eau douce et devient tout à fait insuffisante dans l'eau de mer qui se combine au sel mercuriel, le dissout et l'entraîne.

Les motifs qui ont fait délaisser le *chlorure de zinc* ont été rapportés déjà: conservateur excellent, mais déliquescent, il augmente la flexibilité du bois dans un air humide. Ce sel est insuffisant dans une humidité permanente, et surtout lorsque le bois est soumis à des lavages.

M. Payen a donné la liste suivante des substances antiseptiques :

Tanin.	Sel marin.
Sucre en excès.	Sulfate de cuivre.
Huiles fixes et volatiles.	— de zinc.
Goudrons, résines, créosote.	— de fer.
Acides arsénieux et pyroligneux.	Pyrolignite de fer (acétate goudronneux).
Chaux.	Bichlorure de mercure.

Cette indication est évidemment très-incomplète. La liste détaillée des substances conservatrices se trouve à la table qui termine ce volume; mais parmi les omissions que je signale dans la liste ci-dessus, je note tout de suite les plus importantes :

Alcool.	Sels alumineux.
Solutions amères.	Huile lithargyrée.
Chlorure de zinc.	Charbon de bois.
— d'étain.	Silice (précipitée du silicate de soude).
Acétate de plomb.	Sulfate de baryte.

CHAPITRE V

Bois à la mer. — Taret; description de ce mollusque. — Les sels de fer, de zinc, de cuivre, de mercure, ne paraissent pas persister dans les bois à la mer. — Action plus efficace du goudron et des huiles créosotées. — Résumé des expériences entreprises à ce sujet.

Toutes les tentatives faites pour conserver les bois à la mer ont jusqu'ici échoué, à l'exception de celles qui ont introduit profondément dans les bois les huiles lourdes de goudron. Si on pouvait liquéfier suffisamment le goudron lui-même, le chauffer et l'injecter, à l'aide d'une compression puissante, dans toutes les fibres du bois, on assurerait à ce bois à la mer une plus longue durée encore.

Les combinaisons insolubles de fer, de zinc, de cuivre et même de mercure redeviennent solubles, je l'ai dit, sous l'influence d'une solution de chlorure de sodium. On a cru que ces sels, efficaces partout ailleurs, se trouvaient là impuissants et n'opposaient aux tarets qu'une action toxique insuffisante; mais c'est une erreur : ces mollusques n'agissent que, lorsqu'après quelques mois ou quelques années d'immersion, le bois ne retient plus que des proportions insignifiantes d'oxydes métalliques; ils ne rongent pas les bois goudronnés, parce que les agents antiseptiques persistent, préservés par la carapace goudronneuse, qui est antiseptique elle-même.

Quelques mots du *taret,* qui exerce sur nos côtes de grands ravages. Il paraît bien que le taret, qui envahit le littoral, n'est pas une importation récente des Indes orientales, ainsi qu'on l'avait cru. Les tarets actuels, dont les espèces sont nombreuses, sont ceux-là peut-être que décrivait Pline dans son XVIe livre; il parle de quatre sortes de bêtes qui attaquent les bois, et, en première ligne, des tarets (*teredines*) : « la production de ces animaux est empêchée dans certains arbres par l'amertume. » Mais Adanson a publié en 1765 un mémoire très-curieux et très-soigné sur ce térébrant observé par lui au Sénégal[1]. M. l'ingénieur en chef A. Forestier a résumé très-clai-

[1] Voy. *Hist. de l'Acad.*, 1765, p. 15.

rement les travaux dont ce mollusque a été l'objet; il y a joint ses observations personnelles; je lui emprunte les indications suivantes [1] :

« Lors de l'approfondissement de Dumbart-Dock à Belfast, William Thompson trouva, à douze pieds au-dessous du sol, dans une argile bleuâtre, au-dessous d'une série de couches de coquilles, un tronc d'arbre entièrement dévoré par le taret, ce qui permet de conclure évidemment qu'il était là depuis bien des siècles, longtemps avant qu'un navire eût pu aborder à Belfast.

« On a trouvé, en outre, du bois fossile perforé par le taret : dans l'argile de Londres, dans le terrain éocène de Bruxelles, et à une profondeur considérable près de Gand, lors de la reconstruction de la citadelle.

« Le taret existait donc en Europe à une époque géologique antérieure à la nôtre, et, dans un mémoire sur le genre Taret, M. de Quatrefages en décrit huit espèces dont trois habitent, suivant lui, les mers d'Europe, savoir [2] :

Le taret fatal (*teredo fatalis*), qu'il a trouvé au port des Passages, près Saint-Sébastien, à la Rochelle, etc., et que nous avons sur le littoral de la Vendée;

« Le taret de Deshayes (*teredo navalis*) que M. Deshayes a trouvé dans la rade d'Alger, que nous avons aussi sur le littoral de la Vendée.....;

«Le taret bipenné (*teredo bipennata*) qu'il indique comme habitant les mers d'Europe sans désigner aucun point d'une manière spéciale.

« La monographie complète de ce térébrant serait des plus intéressantes; mais elle nous entraînerait trop loin et, pour la question qui nous préoccupe, peu importe du reste de connaître l'anatomie de cet animal...

« Le taret est un mollusque acéphale appartenant à la même classe que l'huître, les moules, etc., auxquels il ne ressemble pourtant en rien quant à l'apparence extérieure. Il a la forme d'un ver d'un blanc-grisâtre, ayant jusqu'à $0^m,30$ de longueur et $0^m,02$ de diamètre,

[1] Mémoire sur la conservation des bois à la mer. (*Ann. des ponts et chaussées*, t. XV p. 307.)

[2] *Ann. d'hist. nat.*, *Zoolog.*, 3e série, t. XI.

terminé d'un côté par une coquille ronde formée par deux valves égales, assez semblables aux deux moitiés de la coque d'une noisette qu'on aurait profondément échancrées, et de l'autre par une espèce de queue bifurquée formant deux siphons qu'il peut allonger ou raccourcir à volonté et qui sont, dans leur état naturel, renfermés entre deux palettes calcaires mobiles. L'un de ces siphons lui sert à aller chercher, à l'ouverture souvent microscopique par laquelle il a pénétré dans le bois à l'état de larve, l'eau aérée qui va baigner ses branchies et porter à sa bouche les molécules organiques nécessaires à sa nutrition ; l'autre reporte de la même manière au dehors cette eau épuisée qui entraîne en passant les résidus de la digestion.

« Les larves du taret commencent à pénétrer dans le bois vers la fin de juin. La fin d'août ou les premiers jours de septembre paraissent être, dans nos climats, la dernière période pendant laquelle elles parviennent à s'y loger.....

« Deshayes explique le creusement des galeries par la présence d'une sécrétion ayant la propriété de dissoudre la matière ligneuse ; Hancook regarde le pied charnu de l'animal comme l'instrument térébrant, de Quatrefages attribue ce rôle à une partie du manteau ou capuchon céphalique du mollusque; et Caillaut considère la coquille comme l'instrument perforateur, en s'appuyant sur ce qu'en fixant, à l'aide d'un peu de gomme-laque, la coquille d'un taret à l'extrémité d'une petite tige en bois et faisant tourner celle-ci entre le pouce et l'index, on parvient en quatre heures et demie de temps, à forer dans le bois un trou de 30 millimètres de profondeur.

« Cette dernière opinion a été admise par Harting, membre de l'Académie des sciences des Pays-Bas, qui est arrivé à la même conclusion par un examen microscopique et minutieux de la coquille et de l'appareil musculaire du taret.... Nous croyons devoir donner, d'après M. Harting, la description détaillée de la coquille pour démontrer que c'est elle, en effet, qui doit être considérée comme l'instrument perforateur.

« Quand on regarde la coquille à la loupe, on aperçoit un grand nombre de stries à peu près parallèles aux bords de chacune des valves, et si l'on se sert du microscope, on voit que ces stries diffèrent pour chacune des trois parties de la valve. »

Après avoir donné la description de ce mollusque, accompagnée d'un dessin, M. Forestier conclut avec MM. Harting et Kater, que « l'action mécanique du taret sur le bois ne doit pas être attribuée à celle d'une tarière agissant par rotation, mais bien plutôt à celle d'une râpe. » M. Forestier observe avec raison que l'action de cette râpe est facilitée par l'eau qui lubréfie toujours les parois des galeries et en ramollit la surface, et sans doute aussi par une sécrétion spéciale du mollusque, laquelle réagit sur la matière ligneuse.

« Jamais un taret, continue M. Forestier, ne pénètre dans la galerie d'un autre; tous ceux qui sont dans une même pièce de bois cheminent à côté les uns des autres et se croisent en tous sens; mais, quelque vermoulu que soit le bois, il reste toujours, entre les galeries, une cloison dont l'épaisseur est souvent infiniment mince. »

Le taret ne saurait vivre sans eau de mer et sans bois; ces deux éléments lui sont indispensables. L'eau de mer claire est par lui préférée; il fuit l'eau troublée ou adoucie qui se trouve à l'embouchure des fleuves. Il hiberne dans le bois, engendre au printemps sa progéniture.

Enfin, un annélide (*Lycoris fucata*) fait la guerre au taret, va le chercher et le dévorer dans les perforations du bois. On devrait provoquer le développement de cet annélide qui s'attaque seulement au taret et respecte le bois.

Il résulte d'un travail présenté par M. Laurent à l'Académie des sciences [1], que le taret périt dans l'eau douce; quelques jours d'une telle immersion suffisent pour que le bois infesté de tarets soit débarrassé de ce térébrant et de ses germes; c'est à cette pratique qu'on a recours à Toulon.

Mais la plus grande partie des bois à la mer est destinée à demeurer constamment dans l'eau salée. Pour prévenir le développement interne des tarets, on a fait pénétrer dans le bois diverses substances auxquelles étaient attribuées des propriétés préservatrices, telles que le sulfate de fer, le chlorure de zinc, le bichlorure de mercure. Des observations furent faites, dès 1810, par Robert Stevenson; elles demeurèrent sans résultats satisfaisants (*Docum.*, 63). Le bois injecté

[1] *Compt. rend.*, 22 juillet 1850.

de sulfate de cuivre ne paraît pas davantage résister au taret; après un an ou deux d'immersion dans l'eau de mer, le bois laisse pénétrer le taret qui ne trouve plus, pour fuir les fibres ligneuses, une proportion suffisante de sulfate de cuivre déjà dissous et entraîné par l'eau salée.

Ces résultats négatifs sont constatés par tous les expérimentateurs, par la commission hollandaise (*Docum.*, n° 155); par M. Crépin, ingénieur en chef de Belgique (n° 147); par M. A. Forestier (n° 169). Il est incontestable que le sulfate de cuivre, de même que tous les sels solubles de cuivre et sans doute aussi tous les sels métalliques, détruisent les vers du taret et s'opposent à la propagation de ce mollusque (*Doc.*, n° 119); mais le bois lavé incessamment par l'eau de mer finit par abandonner l'oxyde qui s'y dissout. Aussi, le seul moyen qui paraisse efficace pour préserver les bois à la mer consiste-t-il à pénétrer ces bois d'une substance à la fois *toxique* pour les parasites et les xylophages, *insoluble* dans l'eau et *impénétrable* à ce liquide. Ces conditions paraissent remplies par le goudron ou par les huiles lourdes et créosotées qui en proviennent. Tel est le résultat satisfaisant des expériences entreprises, en 1818, par Dagneau; puis, par M. de Gemini, par M. Crépin, et enfin, tout récemment, par M. l'ingénieur Forestier qui relate dans son travail les expériences les plus décisives.

La durée du bois pénétré de matières goudronneuses varie suivant la dose et sans doute aussi suivant la densité des agents goudronneux introduits. Au chapitre suivant seront examinées les causes qui finissent par rendre altérables les bois qui ont été injectés. C'est l'une de ces causes sans doute qui a facilité l'introduction des tarets dans quelques échantillons de bois préparés par les huiles goudronneuses (procédé Bethell) et plongés ensuite dans l'eau de mer par Stevenson. Découragé à la suite de ces tentatives infructueuses, Stevenson rappelait que les bois de pilotis ainsi injectés d'huiles goudronneuses à Invergordon, en 1858, se trouvèrent perforés et rongés en 1863 (*Docum.*, n° 63). Mais il est certain que ce moyen assure au bois à la mer la plus longue durée, lorsque la préparation a été bien conduite. Cependant, les bois parfaitement créosotés finissent, après une longue période de temps, par devenir altérables.

CHAPITRE VI

Démétallisation et décréosotage des bois. — Recherche des causes qui dispersent les agents antiseptiques et limitent la durée de leur action. — Influences exercées sur les agents conservateurs par l'eau, — l'eau de mer, — la terre, — l'air.

Les bois injectés de sels métalliques, de goudron, d'huiles, etc., ne résistent que pendant un certain temps aux agents septiques. Pourquoi cette action conservatrice est-elle variable dans sa durée, et même pourquoi cesse-t-elle?

N'oublions pas que la conservation des matières organiques est un état de lutte et de tension. Les mycodermes, les parasites, l'oxygène et l'ozone atmosphériques cherchent, guettent toujours leur proie et les occasions de la saisir; les transformations dont ils sont les organes et les principaux agents, peuvent être retardées, ajournées; mais empêchées, presque jamais.

Il faut donc rechercher quelle est la mesure de résistance des principaux agents antiseptiques appliqués au bois. Je limiterai l'examen au sulfate de cuivre et aux huiles lourdes de goudron, parce que ces substances sont le plus employées, et aussi parce que les réactions signalées à propos des sels de cuivre se reproduisent, avec des intensités un peu différentes, pour tous les autres sels métalliques. Néanmoins, un examen spécial sera fait de l'action exercée par l'eau de mer sur les sels mercuriels. Je n'ai vu nulle part aborder l'étude de ce phénomène; ce n'est donc qu'avec réserve et en me fondant sur l'examen des bois, sur l'influence exercée par le milieu dans lequel ils sont plongés, en me basant aussi sur quelques expériences directes, que je vais énoncer les propositions suivantes.

J'ai rappelé l'action considérable produite dans la décomposition des matières organiques par les parasites microscopiques dont l'intervention sert à provoquer ou à consommer cette altération. Le rôle de ces *infiniment petits*, examiné dans le chapitre V, 1re partie, est trop oublié ou ignoré. Mais ce qu'on ignore encore davantage, c'est,

à propos des décompositions, le rôle des *infiniment lents*. Nous sommes toujours disposés à juger les opérations de la nature suivant nos propres impatiences et notre furtif examen. Dans la question qui nous occupe, on se borne à dire : les sels cuivrique, zincique, ferrique, ou le bichlorure de mercure, s'unissent à l'albumine, ainsi qu'à toute matière azotée contenue dans les bois, forment alors un composé insoluble, véritable *toxique* pour les parasites; la décomposition est par là arrêtée. J'admets l'intoxication produite par les sels métalliques, en attribuant cette action : 1° à la transformation du phosphore et du soufre qui résident dans toute matière azotée susceptible de devenir vivante, c'est-à-dire que le métal paraît s'approprier ces deux métalloïdes dont il dépouille la matière azotée; 2° à la coagulation de la matière albuminoïde qui cesse dès lors de circuler et de remplir sa fonction vitale dans la séve ou dans le sang. Aucun organisme vivant ne parvient à se former ou à se développer en de telles conditions.

Quant à l'insolubilité dans l'eau généralement attribuée à l'oxyde cuivrique, lorsqu'il est combiné soit au ligneux, soit à la matière azotée, nous allons voir bientôt ce qu'il en faut penser.

Si les idées admises jusqu'ici étaient exactes, il faudrait rigoureusement conclure que le bois (ou tout autre corps organique), une fois injecté, devrait être *indéfiniment* garanti contre toutes altérations ultérieures, puisqu'en lui persiste une matière à la fois *toxique* et *insoluble*. Et cependant l'expérience est là pour démontrer que les bois pénétrés de sels métalliques ou même d'huiles goudronneuses ne restent pas très-longtemps inaltérés. Ces agents antiseptiques cessent-ils d'être efficaces ou disparaissent-ils? Ce dilemme s'impose ici. Or, le premier lemme est repoussé par le simple bon sens et par l'examen attentif du phénomène; donc l'agent antiseptique disparaît. Mais puisque son insolubilité est admise, et que la combinaison albumino-cuprique n'est certainement pas volatile, quels moyens emploie la nature pour éliminer ce corps?

En examinant l'action de plus près, nous allons voir que c'est à tort qu'on a proclamé l'insolubilité absolue de l'oxyde cuprique combiné à la matière organique; c'est même peut-être par erreur qu'on a, sans plus ample examen, déclaré insolubles dans l'eau les huiles lourdes de goudron. Commençons par considérer les bois imprégnés de sulfate

de cuivre ou d'huiles créosotées, lorsque ces bois sont plongés dans ces quatre milieux : l'eau douce, l'eau de mer, l'air, la terre :

1° *L'eau.* Lorsque les bois imprégnés de sulfate de cuivre ou d'huiles goudronneuses sont plongés dans l'eau douce, aussitôt une foule d'actions convergent sur ce point et tendent à faire disparaître l'obstacle, c'est-à-dire l'agent conservateur. Les êtres organisés qui fourmillent dans l'eau (grosses monades, vibrions, etc.), ne s'attaquent point à ce bois, mais le fuient alors par les raisons que j'ai rappelées, laissant à l'eau et à l'air qu'elle dissout la mission de lui ouvrir les voies. L'eau entraîne tout d'abord l'excès de sulfate de cuivre qui s'ajoute toujours, au moment de l'injection, à l'oxyde de cuivre intimement uni au ligneux et à la matière azotée. Puis, l'eau se trouve en présence du composé albumino-cuprique. Est-on bien sûr que cette combinaison albumino-cuprique soit absolument insoluble? Tout ce que nous savons, c'est que l'insolubilité paraît attestée par des réactifs très-sensibles, tels que le cyano-ferrure de potassium qui accuse des fractions de millièmes de cuivre dans une solution. Mais on peut objecter cependant que le bois immergé dans une eau courante subit le contact d'une quantité d'eau indéfinie. Aucun réactif ne nous permet d'assurer que la matière reste insoluble dans une telle masse d'eau. Existe-t-il même des combinaisons salines absolument insolubles? Qui oserait l'affirmer, en voyant dans les anciens tombeaux romains ces petites ampoules de verre nommées lacrymatoires, devenues opaques, irisées, rugueuses, parce que la lame de verre a cristallisé, mais aussi parce qu'elle s'est partiellement dissoute. On ne peut constater cependant, avec les réactifs les plus délicats, cette solubilité du verre ordinaire. Ne voit-on pas aussi le fer, le manganèse, le phosphate de chaux, le sable même des champs, toutes substances réputées insolubles, pénétrer, dissoutes cependant, dans les racines des plantes qui les transmettent au corps du végétal? Il y a là, grâce à l'eau et à l'acide carbonique qu'elle dissout, grâce à la chaux, à la potasse et sans doute à l'ammoniaque que l'eau emporte avec elle, des actions lentes, fractionnées, mais au fond très-considérables, pour la formation de la séve et du végétal lui-même.

Or, cette même eau naturelle, chargée de ces principes, dissout aussi l'oxyde cuprique; j'ai fait une expérience qui tend à le prouver :

prenez de la sciure d'un bois injecté de sel de cuivre; lavez cette sciure avec de l'eau jusqu'à ce que le cyano-ferrure de potassium n'accuse plus sensiblement dans l'eau sortie de ces lavages la présence du sel de cuivre (et l'on constate que ce liquide-lavage ne contient plus de sel de cuivre, lorsque la teinte rougeâtre ou brun-chocolat cesse de se manifester). A ce moment, plongez cette même sciure, qui paraît épuisée, dans de l'eau gazeuse ordinaire, c'est-à-dire dans de l'eau chargée d'acide carbonique. Après quelque temps de contact, cette eau est devenue cuprique. Que s'est-il passé? Il est permis de croire que l'oxyde de cuivre, sous l'influence d'un excès d'acide carbonique, s'est dissous et se trouve emporté. Si cette expérience, qui a besoin d'être répétée, venait à confirmer de tels résultats, l'importance de ceux-ci au point de vue pratique n'échapperait à personne. Quant à la théorie, elle devra pousser plus loin l'étude de la réaction que je viens d'énoncer : la matière albumineuse, isolée maintenant du cuivre, a-t-elle repris sa solubilité, son phosphore et son soufre originels? ou, plus probablement, a-t-elle perdu ces deux éléments, en devenant une matière protéique qui n'est plus toxique, mais seulement impropre à l'assimilation animale?

Sans poursuivre ici ces intéressantes recherches qui doivent être répétées et continuées, je me borne à ramener l'attention sur mon sujet principal, en rappelant que l'eau dissout sans doute les combinaisons albumino-cupriques [1]; mais qu'en tout cas l'eau naturelle, chargée d'air et d'acide carbonique, entraîne l'élément cuprique, c'est-à-dire l'agent conservateur lui-même.

Quand cette opération chimique est achevée lentement, progres-

[1] Dans son mémoire sur la conservation des bois (1861), M. Payen note que 10 grammes de sciure d'un bois injecté de sulfate de cuivre retiennent une dernière portion du sel que les eaux de lavages ne lui enlèvent que difficilement. « Probablement, dit-il, un lavage beaucoup plus prolongé enlèverait, en plus fortes proportions, le sel de cuivre, mais de telles conditions ne se rencontrent guère dans la pratique. » Le même chimiste constatait, en 1867, « que les lavages à l'eau pure peuvent éliminer la totalité du sulfate de cuivre introduit dans le tissu ligneux » (*Chim. ind.*, note de la page 102, 5e éd.). Les expériences que j'ai tentées me font penser que le sel métallique, introduit dans le bois, forme deux parts inégales : l'une qui reste à l'état de sel surabondant, facile à entraîner par de simples lavages; l'autre, à l'état d'union avec la matière organique. Cette dernière partie n'est pas facilement soustraite par voie de simple dissolution, mais bien plutôt par l'effet d'actions chimiques que favorisent les substances étrangères dont l'eau se trouve chargée.

sivement, interviennent alors les monades, les vibrions, les conferves, et toute cette légion microzoaire active, qui n'a plus rien à redouter du contact du bois dépouillé de sa défense. C'est que le ligneux, après avoir perdu le cuivre protecteur, se trouve ramené à l'état de bois ordinaire pour subir les altérations qui ont été étudiées dans la première partie de ce volume.

La réaction qui précède explique la désulfatisation des bois, ou,— pour généraliser,—elle explique comment le bois se trouve démétallisé; car l'oxyde de zinc, l'oxyde de fer, l'oxyde de plomb, se trouvent également entraînés, à la longue, par une eau chargée d'acide carbonique [1]. L'action dissolvante est plus lente sans doute à l'égard des composés mercuriels, mais je reste persuadé qu'elle existe. Cette action doit être activée par les chlorures de calcium et de sodium que les eaux terrestres contiennent. J'y reviendrai à propos de l'eau de mer.

Le bois est exposé soit à une eau courante, soit à une eau dormante. C'est l'eau courante qui désulfatise bien plutôt le bois qui s'y trouve plongé; l'action *chimique* est donc plus active dans ce milieu; mais l'action des *parasites* y est restreinte, parce que la prolification des animaux ou des végétaux rudimentaires s'accomplit surtout au repos; les eaux stagnantes sont beaucoup plus favorables à leur développement, retardé d'ailleurs par la présence du cuivre qui persiste plus longtemps dans ces eaux immobiles. Les bois placés dans l'eau vive voient leur face opposée au courant le plus promptement altérée. Il y a là un repos relatif qui permet la fixation des parasites.

2° *L'eau de mer.* J'ai signalé déjà (chap. III) l'action de l'eau de mer sur les oxydes métalliques. Les chlorures de sodium, de magnésium et de potassium contenus en elle forment, avec la plupart des oxydes métalliques, et notamment avec le bichlorure de mercure, des chloro-sels solubles, assez rapidement dissous et entraînés. Les parasites, qui respectent au début les bois de la sorte injectés, en font leur nourriture dès que l'agent toxique a complétement ou presque complétement disparu.

[1] Une récente discussion paraît démontrer que les eaux distribuées dans les grandes villes peuvent dissoudre une petite quantité du plomb qui compose les conduits adducteurs.

Je précise le résultat; il était facile à prévoir : le sel mercuriel s'en va sous forme d'un chlorure double de mercure et de sodium, qui a pour formule : $2(Hg, Cl^2)$ Na, Cl, 8(HO), et pour composition centésimale :

2	équiv.	bichlorure de mercure.	74,3	100.0
1	id.	chlorure de sodium.	15,9	
8	id.	d'eau.	9,8	

Un produit analogue résulte du contact du bichlorure de mercure avec le chlorure de potassium.

En résumé :

1° Les sels métalliques forment avec le bois un composé qui semble insoluble dans de petites masses d'eau;

2° Le composé albumino-cuprique n'est pas absolument insoluble dans l'eau naturelle;

3° En tout cas, il me paraît démontré par quelques expériences personnelles que, dans les conditions ordinaires, l'acide carbonique contenu dans l'eau soustrait et emporte le cuivre renfermé dans les précédentes combinaisons;

4° Le bois se trouve ainsi graduellement privé de son principe conservateur;

5° L'eau de mer, par ses chlorures alcalins et terreux, enlève aux bois injectés leurs oxydes métalliques et forme avec eux, notamment avec le bichlorure de mercure, des chloro-sels entraînés en dissolution.

Action des eaux sur les substances goudronneuses. — L'action de l'eau sur ces substances n'est point semblable à celle qu'elle exerce sur les sels métalliques. J'engage le lecteur à voir ci-après, *Doc.* 168, la composition très-complexe des huiles lourdes. L'acide carbonique réagit-il sur les bases telles que la pétinine, la picoline, la quinoléine, contenues dans ces huiles? Le calcaire en dissolution dans l'eau n'exerce-t-il pas une action sur ces substances grasses? On voit, par ces interrogations, combien cette étude est encore imparfaite. Mais c'est un progrès déjà que de préciser les questions.

Il est certain que lorsqu'on tapisse de goudron une carafe ensuite

remplie d'eau, et que cette eau est distribuée à un malade, cette même eau s'est chargée de deux principes au moins : 1° d'une huile miscible à l'eau ; 2° d'acide phénique soluble dans l'eau. Si on laisse plongé dans l'eau un fragment de poix de cordonnier ou un bois goudronné, la poix ou le goudron blanchissent ; il s'est évidemment produit une action qui devient de plus en plus profonde et accuse ainsi la pénétration de ces substances goudronneuses. Non-seulement quelques-unes de ces huiles sont miscibles à l'eau et viennent nager à la surface ; non-seulement l'acide phénique est soluble, mais les corps suivants, qui entrent dans la composition des huiles lourdes du goudron, ne sont pas absolument insolubles dans l'eau ; je cite notamment l'aniline, la quinoléine, la naphtaline. Cette dernière est un peu soluble dans l'eau chaude seulement, et la solubilité nous apparaît visible dans ces conditions ; mais cette propriété implique sa solubilité dans l'eau ordinaire, lorsque l'eau est en grandes proportions.

Ce simple exposé révèle déjà ce fait qui pouvait être pressenti, à savoir : que les substances antiseptiques les plus efficaces contenues dans le goudron (acide phénique, aniline, naphtaline) sont solubles dans l'eau ; qu'elles sont protégées contre cette dissolution et cet enlèvement par des substances grasses insolubles, sensiblement inertes par elles-mêmes, comme la paraffine, etc. Cette explication est rendue évidente par des expériences directes qui avaient été entreprises dans un but tout différent. Lorsqu'en effet on imprègne d'acide phénique des copeaux de bois, il semble qu'on devrait assurer à ceux-ci une très-longue durée, imbibés qu'ils sont de la matière la plus efficace contenue dans les huiles goudronneuses. Or il n'en est rien ; les matières goudronneuses, privées d'acide phénique et qu'on croirait dès lors inertes, conservent le bois plus longtemps que l'acide phénique pur. M. Rottier, en constatant ces deux faits surprenants, attribuait à l'acide phénique une puissance conservatrice très-médiocre. La puissance existe, mais l'eau l'emporte, si la matière grasse ne la fixe. Cette dernière matière est surtout un *fixateur* de l'acide phénique, c'est-à-dire un obstacle à la pénétration de l'eau ; c'est aussi un obstacle à la pénétration de l'air.

L'eau naturelle, chargée d'acide carbonique, d'ammoniaque, de

chaux, etc., atteint la carapace goudronneuse et finit par s'immiscer jusqu'aux composés actifs sous-jacents. Ces agents plus efficaces contenus dans les huiles pyrogénées ne sont pas insolubles dans l'eau, mais sont protégés pendant un certain temps par des substances grasses beaucoup moins pénétrables ou beaucoup moins solubles. De la sorte s'expliquent : 1° la longue résistance opposée par les goudrons aux agents septiques ; 2° enfin, leur entraînement et leur disparition.

Au point de vue seul de la conservation des bois, en ne tenant compte ni de la dépense, ni des dangers d'incendie, ni des pénibles manipulations, l'injection du goudron ou de ses dérivés paraît destinée à assurer au bois la plus longue durée.

Dans ces composés pyrogénés très-complexes, il y a des corps (l'acide *phénique*, l'*aniline*) qui coagulent l'albumine et agissent comme des antiseptiques; mais ces substances, solubles dans l'eau et volatiles, livreraient bientôt sans défense le bois qu'elles imprégneraient, si elles n'étaient protégées elles-mêmes, emprisonnées et fixées par des matières grasses, résinoïdes, qui les maintiennent dans les tissus, oblitèrent les pores et retardent ainsi considérablement leur dissolution.

Si les momies égyptiennes, au lieu d'être conservées dans le flanc des montagnes ou bien dans le sable toujours sec des nécropoles de ce pays sans pluie, avaient été mises dans une terre humide ou dans l'eau, les vitrines de nos musées n'auraient pas à nous montrer l'éternité de ces corps : il n'y aurait plus de momies; l'humidité seule de nos climats les altère.

3° *Action de la terre sur les bois injectés.* — Les bois enterrés dans un sol humide et lavés par les eaux de pluie subissent donc l'influence de l'eau, telle que je viens de la définir, et aussi l'influence du sol. Cette influence du sol est très-variable suivant la composition même de la terre. Le grès et le sable lavé des rivières n'ajoutent à l'eau aucun élément sensible de dissolution et de perturbation ; mais ces substances entretiennent néanmoins dans le bois une humidité qui favorise les actions physiologiques et chimiques. La pénétration de l'eau chargée d'acide carbonique agit alors sur l'oxyde de cuivre et l'entraîne peu à peu. Plus tard, lorsque cet oxyde a disparu, l'humi-

dité contribue à la propagation des germes vivants qui font du bois leur nourriture. Cette décomposition s'accélère beaucoup, si le bois est entouré d'une terre arable, riche en débris organiques ; toutes les causes d'altération sont là réunies. Ainsi que l'a démontré M. Boussingault, l'atmosphère propre à ces sols est très-chargée d'acide carbonique ; en outre, la nitrification s'y opère constamment et les parasites y surabondent, parce qu'ils trouvent la nourriture, l'humidité et l'air stagnant. La formation de l'acide azotique, aussitôt transformé en azotate de chaux, exerce certainement une action sur la composition albumino-cuprique. Je n'insiste pas.

Les ingénieurs n'acceptent pas le ballast composé de terre arable : l'expérience a appris que le bois des traverses ne résiste pas longtemps aux forces dévorantes accumulées dans un tel milieu. La préférence est donnée au sable lavé des rivières, lorsqu'il ne contient pas de vase ou de limon.

Les terres calcaires, entourant les bois imprégnés de sels de cuivre ou d'huiles créosotées, sont peu favorables à la conservation des produits ligneux : l'acide carbonique dissout la chaux à l'état de bicarbonate qui pénètre dans les bois et opère la soustraction des agents conservateurs. La chaux se substitue-t-elle au cuivre dans la combinaison albumino-cuprique ? Je n'ai pas fait d'expériences à cet égard ; elles mériteraient d'être tentées.

4° *Action de l'air sur les bois injectés.* — L'*air sec* n'exerce aucune action fâcheuse. Cela ne veut pas dire que l'air soit antiseptique par lui-même ; c'est, au contraire, le grand réservoir des agents septiques, mais l'absence d'humidité l'empêche d'agir. Cette action très-distincte a été ailleurs définie.

L'*air humide,* s'il était saturé de vapeur d'eau, ainsi qu'il arrive dans quelques lieux bas et clos, finirait par dissoudre l'excès de sel cuivrique qui accompagne toujours les bois injectés. Après cette première action, si l'humidité continuait à surabonder, aidée de l'acide carbonique atmosphérique, elle pourrait aller même jusqu'à chercher et dissoudre l'oxyde métallique entraîné de la sorte, je veux parler de cet oxyde combiné à l'albumine et au bois ; mais ce n'est pas le cas ordinaire.

L'humidité seule de l'air est sans action bien prononcée sur les

bois totalement imprégnés de goudron ou d'huiles goudronneuses, d'huile lithargyrée. Si la pénétration des huiles était insuffisante dans les bois, l'action destructive serait retardée, non empêchée. — J'ajoute qu'après une très-longue période de temps d'ailleurs, ces *infiniment lents,* qui sont représentés ici par les vapeurs aqueuses contenues dans l'air et par l'air lui-même, entraînent, volatilisent l'acide phénique, l'aniline, la naphtaline, qui sont considérés comme les agents les plus efficaces de la conservation. Plusieurs des huiles du goudron, volatiles ou miscibles à l'eau, sont également emportées.

CHAPITRE VII

TABLEAU SYNOPTIQUE

DES MOYENS PROPOSÉS, DEPUIS L'AN 1700, POUR LA CONSERVATION DES BOIS.

(Voir au tableau, page 89, la liste des agents appliqués dans l'antiquité, le moyen âge et jusqu'en 1800, pour la conservation de *toutes les matières organiques*.)

Nos D'ORDRE et de renvoi aux Documents.	ANNÉES.	NOMS DES AUTEURS des procédés.	AGENTS ANTISEPTIQUES.	PROCÉDÉS DE PÉNÉTRATION.
1	1705	HOMBERG.....	Bichlorure de mercure.	Immersion des bois dans l'eau contenant du bichlorure de mercure en dissolution.
2	1730	Job BASTER.....	Préparations mercurielles et arsenicales.	Les bois de marine immergés dans ces solutions.
3	1740	REED.....	Acide de goudron (acide pyroligneux ?).	Simple immersion des bois.
4	1740	FAGOT.....	Alun, sulfate de fer, etc.	Immersion des bois.
5	1740	..... ?	Vapeur d'eau.	Exposition des bois à la vapeur.
6	1756	HALES.....	Acide de goudron. — Huile végétale.	Pénétration des bois par les huiles, en créant des pertuis dans le bois. Bois immergés dans huiles bouillantes.
7	Vers 1756 (?)	..... ?	Goudron végétal chauffé.	On met le bois dans cette substance fortement chauffée.
8	1767	JACKSON.....	Mélange de sel marin, chaux, couperose, alun, sel d'Epsom, cendres perlées, le tout mis en dissolution dans l'eau de mer.	Le bois était plongé dans ce liquide. Des petits trous avaient été pratiqués d'abord dans le bois pour faciliter l'imprégnation.
9	1768	CONSTABLE.....	Pyrite arsenicale pulvérisée et mouillée.	Cette pâte était appliquée sur les faces du bois.
10	1770	*Encyclopédie économique.*	Alun, sel marin, vitriol dissous dans l'eau, et emploi de la noix de galle.	Dans cette liqueur bouillante, on immerge le bois pour le rendre incombustible; on y ajoute noix de galle pour le teindre.
11	1772	HORLEMANN.....	Eau de mer, ses propriétés conservatrices rappelées.	Bois conservé à Baïes depuis les temps anciens.

Nos D'ORDRE et de renvoi aux Documents.	ANNÉES.	NOMS DES AUTEURS des procédés.	AGENTS ANTISEPTIQUES.	PROCÉDÉS DE PÉNÉTRATION.
12	1772	SALBERG..... ...	Vitriol (sulfate de fer) oxyde de fer; substances goudronneuses.	Bois d'abord desséché, puis imbibé de sulfate de fer; desséché de nouveau et recouvert de matières goudronneuses.
13	1778	MIGNERON.....	Ingrédients non indiqués.	Met le bois dans des chaudières qui contiennent le liquide conservateur en ébullition.
14	1779	PALLAS.....	Sulfate de fer dissous; ensuite bain d'eau de chaux.	Bois plongé dans la première liqueur (sulfate de fer); ensuite retiré et plongé dans le second bain.
15	1789	ACREL.....	Solution de sel marin, ou bien de sulfate de fer.	Le bois est plongé dans l'une ou l'autre de ces solutions.
16	1798	WHITE.....	Chaux vive.	Bois enterrés et desséchés dans la chaux vive.
17	1798	WOLMEISTER.....	« Solution de sel marin. »	« Enduit et immersion. » (Stoëckhart.)
18	1801	GRASMANN.....	Charbon minéral, tourbe ferrugineuse (?).	Bois plongé dans une lessive composée avec les ingrédients ci-contre.
19	1805	MACKONOCHIE.....	Vapeurs résineuses de bois de Teck ou autres essences résineuses.	Le bois, dans une étuve, recevait ces vapeurs et s'en pénétrait.
20	1805	NYSTROM.....	Colore les bois avec nitrate de fer, sulfate de fer, etc.	Peinture du bois avec la liqueur indiquée ci-contre.
21	1806	PERKINS.....	Cristaux de sel marin.	Les interstices des planches ou pièces de bois sont remplis de cristaux de sel marin.
22	1808	*Amirauté anglaise*..	Carbonisation superficielle des bois.	
23	1809	*Landwerthschaftliche Zeitung.*	Colophane, huile de baleine, soufre et ocre.	Bois recouvert de plusieurs couches de l'enduit indiqué.
24	1810	CADET DE GASSICOURT.	Coloration des bois par des sels métalliques (sels de fer et cyano-ferrure, chlorure d'étain, etc.).	
25	1811-1812	LUKIN.....	Vapeurs grasses et goudronneuses.	Les bois se desséchaient dans une étuve et s'imbibaient de ces vapeurs.
26	1812	COOK.....	Goudron de houille préféré au goudron de bois.	Pour goudronner les vaisseaux.
27	1812	..... ?	Chaux éteinte, cendres de bois, sable fin et huile.	On étend sur le bois deux couches de ce vernis.
28	1813	Bon CHAMPY.....	Bain de suif.	Bois plongé dans bain de suif chauffé à 120°.
29	1815	CHAPMANN.....	Solution de sulfate de fer, puis enduit formé d'huile de lin et de sous-sulfate de fer. — Autre procédé : eau de chaux.	Le bois, immergé dans la solution de sulfate de fer, était desséché ensuite et pouvait être enduit d'huile et de poix.—Autre moyen : immersion du bois dans l'eau de chaux.

Nos D'ORDRE et de renvoi aux Documents.	ANNÉES.	NOMS DES AUTEURS des procédés.	AGENTS ANTISEPTIQUES.	PROCÉDÉS DE PÉNÉTRATION.
30	1815	BOWDEN	Eau de mer.	Immersion du bois, pendant plusieurs semaines, dans l'eau de mer. (Stoëckh.)
31	Vers 1815 (?)	SEMPLE.	Fumée pour dessécher le bois, aussitôt immergé dans goudron et huile de lin chauffés.	
31 bis	1818	CALLENDER.....	Bois exposé à la vapeur d'eau pour le soustraire aux influences de la température, puis desséché.	
32	1818	DAGNEAU.....	Décoction de plantes amères mêlée au goudron.	Application faite à chaud sur les navires pour les préserver des tarets.
33	1818	*Philosophical Magazine.*	Dissolution concentrée de soude ou de potasse, puis pyrolignite de fer ou de plomb. — Ou bien encore : pyrolignite de plomb, puis alun.	On passe sur le bois une couche de la première liqueur bouillante, et ensuite une couche avec la deuxième liqueur.
34	1820	PASLEY	Liqueurs indécomposables (?)	
35	1820	SARGENT.....	Vapeur, huiles, etc.	En vue de rendre le bois flexible.
36	1820	SANDERSON.....	Acide pyroligneux, huile de goudron végétal.	Il met le bois dans l'huile de goudron végétal bouillante.
37	1821	PARKES.	Goudron provenant de l'acide pyroligneux, ou bien: goudron, suif et résine.	Mélange chauffé étendu sur le bois.
38	1821	DINSDALE.	Goudron végétal.	Le bois est enduit de goudron, ou bien est plongé à plusieurs reprises dans le goudron.
39	1821	KNOWLES et DAVY (?).	Appliquent chlorure de mercure à la conservation des bois (?).	Immersion.
40	1822 (?)	NEWMANN.....	Vapeur d'eau.	Bois placé dans une étuve où arrive vapeur d'eau qui dissout la séve.
40 bis	1822	ROGUIN.	Macération du bois dans l'eau chaude, puis dessiccation.	
41	1822	PRECHTL.....	« Vapeurs de goudrons. »	« Le bois est d'abord exposé à la vapeur d'eau seule, puis à celle d'un mélange d'eau et de goudron. » (Stoëckh.)
42	1822	LACROIX.	Huile de lin siccative, lithargyrée.	Enduit.
43	1822	*Société d'encouragement.*	Huile de lin siccative lithargyrée.	Application à chaud.
44	1822	COOK.....	Dissolution de potasse.	Cette dissolution est introduite dans le bois soit par immersion du bois, soit à l'aide d'une machine qui parvient à extraire la séve, remplacée par l'alcali.

Nos D'ORDRE et de renvoi aux Documents	ANNÉES.	NOMS DES AUTEURS des procédés.	AGENTS ANTISEPTIQUES.	PROCÉDÉS DE PÉNÉTRATION.
45	Vers 1823	KYAN	Bichlorure de mercure.	Immersion des bois dans la solution de ce sel.
46	1823-1824	WATTERTON	Bichlorure de mercure dissous dans le rhum.	Imprégnation principalement des pièces anatomiques, etc.
47	1823	OXFORT	Huile de goudron traitée par le chlore gazeux.	Enduits répétés.
48	1824	COX	« Mélange d'huile de poisson, de résine et de soufre. »	« Saturation par enduits ou frictions. » (Stoëckh.)
49	1824	LUSCOMBE	Goudron chauffé avec essence de goudron et vieux fer rouillé.	Les bois, cordages, etc., sont enduits avec ce composé.
50	1824	BILL	Goudron minéral.	Immersion des bois, préalablement desséchés, dans le goudron bouillant.
51	1825	FUCHS	Silicate de soude.	Imprégnation des bois pour les rendre incombustibles.
52	1825	KNOWLES	Publie la liste des substances antiseptiques employées jusqu'alors à la conservation des bois.	
53	1825	HANCOK	Dissolution de gomme élastique dans essence de térébenthine et dans goudron.	Enduit pour bois ou cordages.
54	1826	LANGTON	Extraction par le vide de l'air du bois chauffé. Macération des bois dans l'eau et séchage par la vapeur.	
55	1826	NEWMARCH	« Mélange d'huile de lin, sulfate de fer, vert-de-gris, arsenic ou alun. »	« Coction pendant trois ou quatre heures. » (Stoëckh.)
56	1826	HARTIG	Essais par carbonisation superficielle du bois, goudron, saumure, couches répétées de goudron bouillant.	Immersion ou enduits superficiels.
57	1828	GOSSIER	« Dissolutions salines se décomposant mutuellement et laissant dans le bois une combinaison insoluble. Exemple : A, chlorure de calcium ; B, sel de Glauber, sulfate de fer ou arséniate de soude. »	« Immersion alternative dans les solutions desdits sels. » (Stoëckh.)
58	1828	MARSCH (Journal de Franklin.)	Hydrate de chaux vive et huile de poisson.	Le bois est enduit de cette composition.
59	1829	REYBERT	Planches d'abord immergées dans l'eau, placées ensuite dans une chambre où arrive vapeur d'eau, et enfin dessiccation au four.	
60	1829	CAREY	« Mélange de sel marin, poudre de charbon et huile animale ou végétale. »	« On perfore le bois, on y introduit le mélange indiqué, et on bouche les trous. » (Stoëckh.)
61	1830	Cte DE MAROLLES	Laisser séjourner bois dans eaux vaseuses, puis les dessécher.	

Nos D'ORDRE et de renvoi aux Documents.	ANNÉES.	NOMS DES AUTEURS des procédés.	AGENTS ANTISEPTIQUES.	PROCÉDÉS DE PÉNÉTRATION.
62	Vers 1831	..... ?	Acide arsénieux.	
63	Vers 1831	ROBERT STEVENSON..	Essais, dans l'eau de mer, des bois injectés de sulfate de fer, de bichlorure de mercure et d'huiles créosotées.	
64	1831	BRÉANT.....	Sulfate de fer, huile de lin, etc.	Le bois est placé dans un cylindre vertical. On aspire les gaz par le vide, et on force ensuite les liquides antiseptiques à pénétrer dans les pores du bois, en faisant intervenir une forte pression.—Indication d'un appareil pour faire pénétrer le goudron dans les bois.
65	1832	.... ?	Fumée.	« Le bois est exposé pendant longtemps à la fumée du bois vert brûlant avec lenteur. » (Stoëckh.)
66	1832	STARLING-BENSON....	Bichlorure de mercure.	Immersion des bois dans la solution de ce sel.
67	1832	?... Puis CHEVALLIER, en 1836.	« Goudron et décoction de pétioles de tabac. »	« Enduit ou immersion. » (Stoëckh.)
68	1833	Usine de Chemnitz...	Acide sulfurique concentré pour carboniser superficie du bois.	
69	1833	..... ?	Résine dissoute dans huile de poisson.	« Enduits et frictions répétés. » (Stoëckh.)
70	1833	..... ?	« Solution de caoutchouc dans huiles grasses. »	« Mêmes manipulations. » (Id.)
70bis	1833	GOUEZON.....	1° Briques pulvérisées, chaux vive, etc.; 2° puis, huile lithargyrée, résine et goudron.	On met sur le bois le premier enduit qu'on recouvre du second.
71	1833	*Recueil industriel*...	Fumée.	Bois empilés dans une étuve qu'on remplit de fumée (durée : une semaine).
72	1834	STRUTZKI et la Société d'encouragement de Berlin.	« Solution de sulfate de fer. »	« Enduits répétés ou introduction du bois dans des couches de pyrites de fer. » (Stoëckh.)
73	1835	BRUNEL.....	Goudron minéral.	Pour enduire piliers de ponts et bois affectés aux constructions hydrauliques.
74	1835	MONTEITH..... . .	Eau de chaux.	Immersion. (Stoëckh.)
75	1835	MOLL.....	Vapeurs d'eupione et de créosote.	Pénétration des bois par les vapeurs goudronneuses, dans une chambre close.
76	1835	PAYEN (?)....	Solution de résine dans l'essence de térébenthine.	Imprégnation des bois dans la solution chaude.
77	1836	BRONNER.....	Vapeurs d'eupione et de créosote.	Les bois, renfermés dans une étuve, sont pénétrés de ces vapeurs qui peuvent être comprimées.
78	1837	Dr GRANVILLE.....	Eaux-mères des salines.	Immersion des bois.

Nos D'ORDRE et de renvoi aux Documents.	ANNÉES.	NOMS DES AUTEURS des procédés.	AGENTS ANTISEPTIQUES.	PROCÉDÉS DE PÉNÉTRATION.
79	1837	LETELLIER.....	Solution de sublimé corrosif, et ensuite solution de gélatine.	Le bois est plongé dans le premier liquide, puis desséché, et enfin plongé dans la deuxième solution.
80	1837	FLOCTON.....	« Essence de goudron et pyrolignite de fer. »	« Immersion. » (Stoëckh.)
81	1837	GOTTHILL	« Solutions résineuses, par exemple : goudron ou essence de térébenthine avec addition de sel marin. »	« Immersion de une à deux heures dans la solution chauffée de 108° à 163° R., avec ou sans application de la pression ou du vide. » (Id.)
82	1837	Société d'Annaberg..	Verre soluble et acide chlorhydrique.	« Le bois est immergé pendant trente jours dans le verre soluble, puis introduit dans l'eau alguisée d'acide chlorhydrique, lavé, séché et frotté d'huile. » (Id.)
83	1837	Dr BOUCHERIE	Pyrolignites de plomb, de fer ; sulfates de cuivre, de fer, de zinc ; bichlorure de mercure, etc. Matières colorantes, matières toxiques.	Pénétration de ces solutions dans les bois par *aspiration vitale*, et aussi par *déplacement* de la séve.
84	1838	BETHELL.....	Huiles lourdes de goudron. En 1853 : imprégnation des bois par sels métalliques, puis dessiccation par l'air chaud et la fumée, et enfin goudronnage.	Emploi d'un seul cylindre en tôle rivée dans lequel l'inventeur place le bois et opère successivement : 1° le vide ; 2° l'introduction de l'huile goudronneuse ; et 3° la compression de cette huile au moyen d'une pompe foulante.
85	1838	BURNETT.....	Chlorure de zinc.	Simple immersion, ou bien emploi de l'appareil ci-dessus décrit.
86	1838	ARDOIN.....	Sels de cuivre, et préférablement le sulfate.	Immersion des bois, préalablement desséchés, dans solution cuivrique. L'imprégnation faite dans un vase clos au sommet duquel est une ouverture communiquant avec un appareil aspirateur.
87	1838	TREFFY.....	« Sels se décomposant mutuellement ; par exemple : A, chloride d'étain ou chlorure de cuivre ; B, soude ou eau de chaux. »	« Immersion alternative dans les liqueurs. » (Stoëckh.)
88	1839	CHARPENTIER	Solutions de sulfate de fer et sulfate d'alumine.	Immersion dans la solution ci-contre des bois qui sont ensuite desséchés.
89	1839	AROZA.....	Solution de bichlorure de mercure.	Immersion.
90	1839	LEVIEN	N'indique aucun réactif.	Fait pénétrer dans le bois un réactif quelconque en pressant, au moyen d'une vis sur un piston, le liquide conservateur.

Nos D'ORDRE et de renvoi aux Documents.	ANNÉES.	NOMS DES AUTEURS des procédés.	AGENTS ANTISEPTIQUES.	PROCÉDÉS DE PÉNÉTRATION.
91	1840	FLESSELLE..... ...	« Substances qui se décomposent mutuellement; par exemple : verre soluble, puis acide sulfurique étendu, ou solution d'abord d'alun, puis de potasse. »	« Le bois est soumis d'abord à la vapeur dans un cylindre, puis on introduit la solution d'alun ou autre dans celui-ci, et on l'y porte à l'ébullition par la vapeur; enfin, on décompose l'alun fixé par une solution de potasse. » (Stoëckh.)
92	1840	CARNY.....	Sel marin.	
93	1840-1864	Profr MELSENS.....	Goudron.	Bois subissant des immersions répétées dans goudron à une température élevée.
94	1841	LOYD MARGARY	Sulfate de cuivre.	Immersion des bois, etc., dans ladite solution; mais dessiccation préalable des substances immergées.
95	1841	BOURDON...	Tan, acide gallique.	Imprégnation des bois avec solutions de tan, d'acide gallique.
96	1841	PONS.....	« Solution d'azotate de fer, salpêtre, alun et ferrocyanure de potassium (1). »	« Immersion dans la solution. » (Stoëckh.)
97	1841	MUENZING....	Solution de sulfate ou vitriol de manganèse, etc., préalablement neutralisée par la chaux.	Simple immersion des bois.
98	1843	PARKES, puis PASSEZ (1845).	« Caoutchouc dissous dans du carbure de soufre ou de l'eupione. »	« Enduit ou imprégnation. » (Stoëckh.)
99	1843	EARLE.....	« Solution de sulfate de fer ou de cuivre. »	« Immersion. » (Id.)
100	1844	BURKES.....	« Verre soluble et sulfate de fer. »	« Le bois est d'abord exposé à la vapeur, puis imprégné d'une solution de sulfate de fer, et enfin de verre soluble. » (Id.)
101	1844	TISSIER.....	Solution de sulfate de fer ou de sulfates de cuivre, de zinc ou d'alumine.	Étuvage des bois et vide pneumatique, avant l'introduction de l'un des liquides indiqués.
102	1844	MERMET...	Alun, sulfate de zinc ou sulfate de fer; ce dernier préféré.	Simple immersion des bois, ou bien emploi du vide pour faciliter l'introduction de ces liquides conservateurs. Puis, enduit de bitume ou de goudron, etc.
103	1845	DE SAINT.....	1° Sulfate ou chlorure de zinc, etc.; 2° solution faible de savon commun; production de manganate de zinc, de manganèse, etc.	Les bois sont imprégnés successivement de la première et de la deuxième dissolution.
104	1845	RANSOME, etc.	« Solution de silice dans une lessive de soude caustique (verre soluble), décomposée ensuite par un acide. »	« Après avoir expulsé l'air des pores du bois, on introduit par pression le verre soluble étendu, et enfin on plonge, pendant quelque temps, dans un acide. » (Stoëckh.)

Nos D'ORDRE et de renvoi aux Documents.	ANNÉES.	NOMS DES AUTEURS des procédés.	AGENTS ANTISEPTIQUES.	PROCÉDÉS DE PÉNÉTRATION.
105	1845	FUSEY et PELLETIER.	Bain de matières goudronneuses, résineuses, grasses, chauffé de 110° à 150°.	Immersion des bois dans le bain chauffé.
105 bis	1845	CLAUDOT.....	Dessiccation et torréfaction des bois.	
106	1845-1848	SAINTE-PREUVE	Liqueurs antiseptiques diverses.	Le bois est d'abord soumis à la vapeur d'eau qui se condense et fait le vide, en facilitant l'introduction des substances conservatrices.
107	1845	FAVRIN.....	Goudron bouillant auquel on mêle 1/10 d'acide sulfurique ou chlorhydrique étendu.	Immersion du bois dans le mélange indiqué ci-contre.
108	1846	VENEAT et BANNER...	Solutions formées surtout : 1° de sulfate et de chlorure de cuivre ; 2° de chlorure de baryum.	Injections successives de ces liquides dans le bois au moyen de l'appareil de Payn.
109	1846	LEVALLEY-DUPERRON.	Asphalte chauffée.	Bois recouvert d'asphalte.
109 bis	1846	DE MONICAULT.....	Goudron, chaux, graisse, sel de zinc.	Bois mis dans une chaudière verticale qui tient les matières ci-contre en fusion ; ou bien emploi de la vapeur et de la pression.
110	1846	KNAB.....	Solution de sulfate de cuivre.	Immersion des bois dans solutions chauffées à 60° environ.
110 bis et 110 ter	1847	GRENON ; PETIT.....	Solutions se décomposant mutuellement, oléates (Petit). — Emploi des matières goudronneuses (Grenon).	Imbibition. — Friction des brosses ; ou bien emploi de cylindres en fer.
111	1846	PAYN.....	Réactions qui permettent la précipitation du soufre combiné dans les pores du bois, avec les liquides suivants : 1° sulfure de barium ; 2° sulfate de fer, etc.	Injections successives des liqueurs nos 1 et 2, en faisant usage du vide et de la compression, suivant les principes de Bréant et les dispositions de Bethell.
112	1846	RENARD-PERRIN et TESTUD DE BEAUREGARD.	Coloration des bois par sels métalliques, etc., déterminant dans le tissu ligneux même des doubles décompositions colorées.	Appel de ces liquides dans les fibres au moyen de *ventouse*.
113	1846	ADOR.....	Solution de silicate alcalin, et dégagement d'acides volatils pour précipiter la silice.	Couches successives de silicate sur le bois, la dernière couche avec sulfate de baryte, etc. Le bois est ensuite soumis aux vapeurs acides qui s'emparent de la base et précipitent la silice.
114	1847	WATTEEN et BROCHARD	1° Chlorure de calcium et sulfate de soude ; 2° chlorure de fer, sulfate d'alumine, sel de soude, etc. ; 3° goudrons, huiles de naphte et de schiste.	Bois soumis à la vapeur et au vide ; puis on fait pénétrer successivement dans le bois les liqueurs salines, opérant en lui leur double décomposition ; enfin pénétration forcée du liquide goudronneux.
115	1847	BUSSE.....	Soufre brut, goudron de houille, chaux en poudre et gravier fin.	Enduit.

	PROCÉDÉS DE PÉNÉTRATION.
pro- rugi-	Machine pneumatique pour aspirer la séve, puis compression pour faire pénétrer les liquides.
fer	Pertuis pratiqués dans le bois. Immersion dans l'eau salée, puis goudronnage.
	Dessiccation du bois suivie d'une immersion dans le liquide conservateur.
po- sul- fate	Emploi successif de deux cylindres pour l'injection des deux liquides.
pyroli- chlo- icalin	1° Bois enduits de ces liqueurs zinciques ou immergés dans elles; 2° lavage des bois ci-dessus par la solution sulfurée.
mpo-	Deux immersions successives dans les sels se décomposant réciproquement.
lution natron uble); uble, c pul-	Le bois est d'abord desséché, puis imbibé successivement de verre soluble et d'acide borique. — La deuxième preparation est destinée à enduire les surfaces du bois, dont on élève la température à 80° ou 100°.
az) et	Bois immergé dans un bain bouillant de coaltar, et saupoudré de sable.
caire,	Ce mélange est mis en fusion dans une chaudière qui reçoit le bois horizontalement.
aux ré- es wa-	Bois plongé dans ces dégras fondus, à une température voisine de l'ébullition.
	Placé entre la traverse et le rail du chemin de fer.
riques rè de	
arseni-	Bois recouvert de cette houille déjà effleurie à l'air.
et im- ste.	Dispositions particulières des étuves.
gou- on su-	Expériences comparatives avec ces deux moyens : 1° bois immergé dans solution bouillante de sulfate de cuivre, puis dans l'eau de chaux; 2° dans goudron chauffé.

Nos D'ORDRE et de renvoi aux Documents.	ANNÉES.	NOMS DES AUTEURS des procédés.	AGENTS ANTISEPTIQUES.	PROCÉDÉS DE PÉNÉTRATION.
138	1855	JACKSON	Mélange de chlorure de zinc et de perchlorure de fer.	
139	1855	RÉAL...	Chlorure et sulfate de zinc; sulfure de barium combiné au sulfate de fer, etc.	Pénétration de ces solutions dans le bois à l'aide d'une machine aspirante et foulante.
140	1856	BABLOW.....		Insufflation de l'air à travers les canaux du bois, pour les rendre aptes à recevoir les liqueurs conservatrices.
141	1856	GRASSET.....	Deux liqueurs se décomposant mutuellement : 1° sulfure de calcium, et 2° sulfate de cuivre.	Après que le vide a été opéré, les liqueurs pénètrent successivement dans le bois par la compression exercée au moyen d'une colonne liquide élevée.
142	1856	HAUT DE LASSUS, etc.	1re liqueur : sulfure de calcium ou de lithium; 2e liqueur : sulfate de protoxyde de fer. Les bois destinés aux constructions hydrauliques sont, en outre, mis dans l'acide-huile dépuration qui s'est saturé de limailles métalliques.	Expulsion de la séve, puis injections successives des sels qui forment un précipité par double décomposition.
143	1856	SCHWEPPÉ et TROTTIER	Brai, ou bien huile, sulfate de fer, etc.	Chaudière haute et verticale contenant le bois debout. Les matières conservatrices chauffées par foyer inférieur.
144	1856	THELLIER-VERRIER.	Ciment formé de pierre réduite en poudre et de silicate de potasse.	Le bois est enduit de ce ciment et, après dessiccation, on lui fait absorber à plusieurs reprises du silicate de potasse.
145	1857	LEGÉ et FLEURY-PIRONNET.	Sulfate de cuivre.	Injection de la liqueur conservatrice au moyen de l'appareil Bethell perfectionné; ce nouvel appareil est tout en cuivre rouge.
146	1857	Profr PÉLIGOT et Dr GUYON.	Eau de mer; son action incrustante.	Bois antique trouvé dans le vieux port de Carthage, envoyé par le Dr Guyon et analysé par M. Péligot.
147	1857-1867	L'ingr CREPIN.....	Huiles créosotées, sulfate de cuivre.	Expériences comparatives avec ces deux agents injectés dans les bois à la mer.
148	1858	Dr WOHL.....	1° Solution de phénate de soude, et 2° de sulfate de fer.	Bois enduit avec la première solution, puis immergé dans la seconde.
148bis	1858	Enduit anglais	Céruse, litharge, colle, huile de lin bouillie, et essence de térébenthine.	Substances mêlées ensemble et appliquées à l'aide d'une truelle.
149	1859	DORSETT.....	Huile de goudron ou créosote, et sulfate de fer.	Pénétration de ces liquides dans le bois par l'effet du vide.

Nos D'ORDRE et de renvoi aux Documents.	ANNÉES.	NOMS DES AUTEURS des procédés.	AGENTS ANTISEPTIQUES.	PROCÉDÉS DE PÉNÉTRATION.
150	1859	DORSETT et BLYTHE..	Sulfate de cuivre.	La solution est injectée dans le bois au moyen d'un appareil construit avec des matériaux inattaqués par les sels cupriques.
151	1859-1864	*Académie hollandaise.*	Goudron, talc, résine et verre pulvérisé,	Enduit.
152	»	..... *id.*	Paraffine.	Enduit.
153	»	..... *id.*	Goudron de houille.	Plusieurs couches successives, à froid.
154	»	..... *id.*	Flambage.	
155	»	..... *id.*	Sulfate de cuivre.	Injection par le procédé du Dr Boucherie.
156	»	..... *id.*	Sulfate de protoxyde de fer.	
157	»	..... *id.*	Acétate de plomb.	
158	»	..... *id.*	Verre soluble et chlorure de calcium.	
159	»	..... *id.*	Huile de goudron (provenant de la distillation des tourbes).	
160	»	..... *id.*	Huile créosotée.	
161	1860	AMSTRONG.....		Machine injectante rendue mobile.
161 bis	1860	FRAGNEAU.		Cylindre injectant, mobile et fractionné.
162	1861	PETITJEAN.	Sulfate de cuivre. — Remarques sur les perturbations qu'occasionnent les produits séveux sur la solution cuivrique considérée comme agent conservateur.	
163	1861	*Le Technologiste*....	Matières résineuses, huileuses, ou sels métalliques, etc.	Matières ci-contre pénétrant dans le bois par refoulement dans des moules soumis d'abord à la vapeur surchauffée, puis à la chaleur intense d'une étuve (96° à 260° C.).
164	1861	GUIBERT.....	Fumée.	Fumée circulant autour des pièces de bois.
165	1861	*Dingler's Journal*...	Résine, craie, sable blanc, huile de lin, oxyde rouge de cuivre et acide sulfurique.	Application de cette composition sur le bois, à l'aide d'un pinceau.
166	1862	DE LAPPARENT.....	Carbonisation superficielle des bois.	Carbonisation obtenue à l'aide du chalumeau à gaz, etc.
»	»	*Même auteur*.....	Fleur de soufre, huile de lin, huile cuite manganésée.	Enduit.
167	1862 (?)	DE ROBERT.....	Blanc de Rouen, litharge brute, huile de lin.	Enduit.

Nos D'ORDRE et de renvoi aux Documents.	ANNÉES.	NOMS DES AUTEURS des procédés.	AGENTS ANTISEPTIQUES.	PROCÉDÉS DE PÉNÉTRATION.
168	1862	ROTTIER.....	Huiles lourdes de goudron.	Expériences de conservation et analyses des huiles lourdes (acide phénique, créosote, etc.).
169	1862	L'ingr A. FORESTIER..	Huiles lourdes de goudron.	Injection avec machine analogue à celle de Bethell.
170	1863	FUMET-DEJORT	Solution concentrée de sel marin.	Immersion des bois dans la solution ci-contre.
171	1864	HUGON.....	Carbonisation superficielle.	Nouvel appareil pour opérer cette carbonisation avec un foyer alimenté par l'air comprimé.
172	1865	*Procédé Cochinchinois.*	Matières résineuses.	
173	1874	HATZFELD.....	Tannate de protoxyde de fer.	Injection.

DEUXIÈME PARTIE

2e SECTION

CONSERVATION DES BOIS

DOCUMENTS ET REMARQUES

PAR ORDRE CHRONOLOGIQUE

Depuis 1700 jusqu'à nos jours.

OBSERVATIONS

Revoir, dans la *partie historique*, page 89, le Tableau des substances antiseptiques employées depuis les temps anciens jusqu'en 1700, et, à la page 152, la continuation de ce Tableau jusqu'à nos jours.

Les Documents ci-après sont divisés par chapitres, et chaque chapitre, précédé d'un résumé, comporte une période décennale, à l'exception du chapitre 1er qui comprend les rares moyens proposés de 1700 à 1800.

Knowles, secrétaire du comité des inspecteurs de la marine britannique, a retracé, dans une notice très-étudiée et fort bien faite, les moyens de conservation des bois essayés par l'Amirauté anglaise. Je lui emprunte plusieurs indications, en les accompagnant des deux initiales *Kn.*, pour en marquer l'origine (*Recherch. sur les moyens employés par la marine anglaise pour la conservation des bois et des vaisseaux*, etc., traduction française ordonnée par le Ministre de la marine, 1825).

Je marque de l'abréviation *St.* quelques-uns des procédés signalés par M. Stoëckhard, lorsque je n'ai pu puiser moi-même aux sources qui n'étaient pas indiquées. M. Stoëckhard a publié dans le *Technologiste* un tableau synoptique de *tous* les procédés de conservation des bois proposés jusqu'en 1846. Ce tableau occupe environ quatre pages in-8° (*Techn.*, fév. 1848). Dans ce résumé laconique et substantiel, je ne trouve pas un mot relatif aux moyens employés par l'antiquité. On peut constater aussi des lacunes dans l'indication des procédés modernes. Ce n'est certes pas une critique que j'entends faire de la sorte; l'espace était trop étroit pour une si grande étude. Je suis assuré que, malgré tous mes soins et les nombreuses pages consacrées ici au même sujet, on pourra me reprocher encore quelques omissions. Aussi, je me garderai bien de dire que j'ai rappelé *tous* les procédés de conservation. J'ai simplement essayé d'en réunir le plus grand nombre, et surtout de signaler les principaux. Je me persuade cependant que la récolte est assez complète et qu'on ne trouverait qu'à glaner. Le tableau de M. Stoëckhard offre l'avantage, dont j'ai profité, de faire connaître quelques moyens que je n'ai vus nulle part décrits en France et qui ont été sans doute produits ou appliqués soit en Allemagne, soit en Angleterre.

J'ajoute enfin que je fais suivre de l'indication *Jo.* plusieurs renseignements puisés dans un bon et succinct *Mémoire historique et théorique sur la conservation des bois*, publié par M. P. Jousselin, ingénieur civil. (Brochure, 48 pag. in-8°, en 1854.)

Ces indications devaient trouver place ici pour la parfaite exactitude des renseignements qui vont être produits.

Une dernière et importante remarque : il m'arrive souvent de faire suivre les documents ci-après cités de quelques renvois à d'autres documents insérés dans ce volume. Je tiens à dire que ces indications n'ont pas du tout pour but de marquer des similitudes, mais seulement de faciliter les recherches, en signalant au lecteur des travaux qui peuvent offrir des ressemblances ou de simples analogies : l'instruction se complète ainsi par les rapprochements.

CHAPITRE PREMIER

(Période de 1700-1800)

Procédés proposés pour la conservation des bois. Essais tentés en France, en Angleterre, en Allemagne, en Hollande, en Russie et en Amérique. — La plus importante découverte (imprégnation par un sel mercuriel) est faite en France par Homberg et passe inaperçue (1705). — Parmi les substances essayées, les unes sont acides (acide pyroligneux employé par Reed, Hales); les autres sont alcalines (eau de chaux par White); plusieurs sels neutres sont appliqués, tels que l'alun, le sulfate de fer (moyens proposés par Fagot, Jackson, Acrel). Le sulfate de fer est signalé pour la première fois comme réactif propre à produire un dépôt dans le bois par voie de double décomposition (Pallas). — Le sulfure de fer, ou plutôt le sulfate acide de fer accompagné d'acide arsénieux, sert à imprégner le bois (Constable). — On utilise l'huile (Hales, Procédé américain). — Bois plongé dans le goudron chauffé. — Emploi de la vapeur d'eau. — Application renouvelée du sel marin (Acrel, Wolmeister).

En exceptant la très-remarquable indication fournie par Homberg (bichlorure de mercure) et aussi les renseignements pratiques donnés par Salberg, on peut dire que cette période séculaire est livrée aux tâtonnements, aux insuccès; pas de guide, aucun principe. Les bois étaient superficiellement imprégnés des substances antiseptiques. Aucune indication vraiment pratique pour faire pénétrer dans les bois les agents auxquels on attribue une vertu conservatrice. Cependant Migneron fait bouillir les bois dans des liquides appropriés, et Jackson pertuise les bois pour favoriser la pénétration.

1. — Homberg (1705).

En 1705, on demandait à Homberg, savant académicien français : « Pourquoi ne conserve-t-on pas l'eau, destinée aux voyages de long cours, au moyen de la combustion du soufre, ainsi qu'on le pratique pour la conservation des vins ? » Il répondit (je cite le texte même) : « que cela ne pouvait avoir lieu pour l'eau qui ne se gâte que par quelques matières étrangères qui y sont mêlées et qui fermentent, ou que par des œufs de vers qui éclosent, soit que ces œufs fussent dans l'eau même ou dans le bois des vaisseaux; il faudrait pour ce dernier cas une matière qui les empêchât d'éclore, sans gâter l'eau.

« A cette occasion, M. Homberg ajouta qu'une personne de qualité de Provence, ne sachant comment faire pour avoir du parquet que les vers ne lui mangeassent pas en peu d'années, ainsi qu'il

arrive en ce pays-là, il lui avait conseillé de tremper son parquet dans de l'eau où l'on aurait mêlé du sublimé corrosif; ce qui avait très-bien réussi. » (*Histoire de l'Académie,* 1705, p. 38.) Voir ma communication à l'Ac. des sc., 27 avril 1874. — Voir aussi, au sujet des sels mercuriels, la fin du chapitre II, *Partie historique,* et le *Doc.* 45.

2. — Job Baster, *Hollandais* (1730).

« Dès l'an 1730, des préparations mercurielles et arsenicales ont été essayées, mais sans résultats satisfaisants; notre compatriote Job Baster en fait mention dans sa lettre au président de la Société royale de Londres. » (Von Baumahuer, Rapport résumé *sur les expériences entreprises en Hollande pour la conservation des bois à la mer.*)

3. — Reed (1740). *Kn.*

Reed proposait d'immerger les bois, pendant un certain temps, dans de l'*acide de goudron* (cette désignation s'appliquait sans doute au goudron végétal qu'accompagne l'acide pyroligneux). Aucune expérience ne paraît avoir été faite à la suite de cette indication.

4. — Fagot (1740).

Fagot employait l'alun, le sulfate de fer et divers sels. (Voy. *Dict. de chim. pure et appliq. de M. Wurtz.*)

5. — ..... ? ..... (1740).

« Exposait les bois à la vapeur » (*St.*).

6. — Dr Hales et *Amirauté britannique* (1756). *Kn.*

Le Dr Hales fit la proposition de conserver les gournables (grosses chevilles de bois pour les vaisseaux), en les trempant dans de l'acide de goudron. C'était reproduire le procédé proposé déjà par Reed. Hales, sachant que les bordages placés à la ligne de flottaison des vaisseaux, c'est-à-dire dans la partie qui est tantôt exposée à l'air et tantôt immergée, se trouvaient plus exposés aux causes de détérioration, proposa d'imbiber d'huile végétale cette partie de la carène qui n'était pas encore, à cette époque, garantie par un doublage ou mail-

letage métallique. Cette huile retardait la décomposition sans l'arrêter entièrement, parce que l'huile ne pénétrait pas dans les profondeurs du bois. Pour faciliter la pénétration pourtant, on pratiquait un trou à l'une des extrémités de chaque pièce de bois, et on tenait ce réservoir constamment plein d'huile de baleine. Le vaisseau *Fame*, de soixante-quatorze canons, eut ses grosses charpentes ainsi imbibées. Lorsqu'on l'examina au moment du radoub, on trouva intacte la partie où l'huile avait pénétré (mais seulement jusqu'à 12 ou 18 pouces de profondeur, c'est-à-dire à $0^m,27$), tandis que le reste était détérioré. Pline nous a appris déjà que les anciens *pertuisaient* les bois, afin d'y faire pénétrer l'huile conservatrice.

Le pénétration des bois par l'huile a été pratiquée principalement en Amérique. « La difficulté d'imprégner le bois d'huile, surtout lorsqu'il est chargé de sucs végétaux, a engagé à recommander l'emploi de la chaleur artificielle portée à un très-haut degré, afin de faire disparaître l'humidité du bois sous forme de gaz; et comme les huiles fixes ne bouillent pas au-dessous de 600 degrés (*du therm. de Farenheit, un peu plus de* 300° C.), cette température a été le terme moyen choisi pour dessécher et imprégner le bois; mais on trouva que celui qui avait subi ce procédé perdait beaucoup de sa force, et que ses fibres se séparaient facilement. » (*Know.*)

7. — Goudron végétal. *Kn.*

« D'après le même principe, on a également essayé le goudron végétal. Deux pièces de bois de 2 pieds 5 pouces de long ($0^m,785$) et de 1 pouce 1/2 carré ($0^m,0405$) furent bouillies pendant quatre heures dans ce goudron. On découvrit que, malgré ce long espace de temps, il n'avait pas pénétré à une grande profondeur; et quand on compara leur force avec celle d'autres pièces provenant de la même espèce d'arbres abattus dans une situation semblable, on trouva que les premières avaient diminué de $\frac{1}{7}$. »

Je n'ai pas la simplicité de croire que cette tentative soit la première qui ait été faite pour introduire le goudron dans le bois; mais c'est la première que je trouve précisée. Les propriétés conservatrices du goudron étant connues de toute antiquité, il est évident qu'on a

dû tenter des essais pour faire cheminer dans l'intérieur du bois la couche qui en tapisse seulement la surface.

8. — Jackson (1767). *Kn.*

Ce chimiste praticien était d'avis « de mêler au sel marin de la chaux, de la couperose (*sulfate de fer*), de l'alun, du sel d'Epsom (*sulfate de soude*), des cendres perlées (*potasse*), et d'en mettre dans l'eau de mer toute la quantité qu'elle pourrait contenir en dissolution. »

Cette singulière mixture, qui ressemble à la thériaque où il y a de tout un peu, servait de bain au bois à conserver. L'imbibition devait être favorisée par la chaleur. Puis encore, des trous percés de distance en distance dans le bois recevaient les ingrédients ci-dessus dans leur état naturel; la dissolution s'opérait sous l'influence de l'humidité interne du bois; si cette humidité était insuffisante, on y suppléait en versant des petites doses d'une dissolution concentrée de sel marin. Enfin, on emplissait les trous avec de l'alun en poudre et, après une semaine, on bouchait hermétiquement ces trous.

On ne craignit pas de recourir à ces manipulations minutieuses, compliquées et vraiment impraticables. De 1768 à 1772, neuf vaisseaux de ligne furent construits en Angleterre avec des bois ainsi préparés; et lorsqu'on les examina, en 1775, on put reconnaître que toutes les précautions avaient été parfaitement inutiles, les bois imbibés étant tout autant pourris que ceux qui n'avaient pas été soumis à l'imprégnation. Ce moyen n'était pas seulement impuissant et fort coûteux, il était encore insalubre. Les sels déliquescents employés entretenaient une humidité constante, préjudiciable à la santé des équipages.

Après cette grande et triste épreuve encore, l'Angleterre renonça définitivement à l'application du procédé Jackson.

9. — Constable (1768). *Kn.*

Constable eut l'idée de faire servir à la conservation des cales des vaisseaux, où les vers abondent si souvent, une pyrite arsenicale qui se trouve mêlée au minerai d'étain dans le Cornouailles ($Fe\,S^2 + Fe\,As^2$). Ce sulfure de fer arsenical, désigné par les noms de *marcassite* et de

mundic, est nuisible à la vie animale et à la vie végétale, suivant sa remarque ; il recommandait de le pulvériser, de le mouiller et de l'appliquer comme un mortier sur le bois, facilitant par là l'effleurissement et la transformation du sulfure en sulfate de fer. Mais il paraît que l'abondante quantité d'acide arsénieux que contenait ce minerai offrait des inconvénients et des dangers. Knowles rapporte que le navire la *Reine Charlotte*, réparé en 1812, ayant été alors imprégné de liquide arsenical, plusieurs ouvriers furent gravement atteints et deux moururent.

10. — *Encyclopédie économique* (1770).

Pendant cette année fut publiée en Suisse une recette pour conserver les petites pièces de bois. Cette méthode était présentée ainsi : « Manière de rendre le bois incombustible. » On dit que « si l'on fait dissoudre de l'alun, du sel marin, du vitriol (*sulfate de fer*) ou autres sels incombustibles, dans l'eau ; et qu'ensuite on y fasse bouillir du bois, il ne pourra plus s'enflammer, et qu'il n'y aura qu'une chaleur très-concentrée et soutenue qui soit capable de le consumer. Ce moyen ne paraît pas praticable pour les bois de charpente ; mais on pourrait donner cette espèce de *trempe* aux pelles à four et autres instruments de bois destinés à prendre feu. » (*Encyclop. économ.*, ou syst. gén. d'économie rustique, 16 vol. in-8, Yverdun, 1770.)

On prévient ainsi la décomposition du bois et, — sans s'en douter, — sa décomposition. La même publication ajoute : « Concassez 4 onces de noix de galle ; mettez-les dans un pot de terre neuf, avec une once de bois d'Inde en petits morceaux, un quart d'once de vitriol (sulfate de fer) et une demi-once de vert-de-gris : faites bouillir le tout ensemble, passez la liqueur encore chaude à travers un linge, frottez le bois deux ou trois fois : ce qui le rendra noir, etc. »

11. — **Horlemann** (1772).

A propos de fragments de bois antique trouvés dans la mer, près de Baïes, Horlemann signale dans les termes suivants les propriétés conservatrices de l'eau de mer, estimant d'ailleurs que l'eau de mer doit cette vertu, non à elle-même, mais à l'expulsion de l'air qu'elle détermine. Peu importe d'ailleurs l'explication, le fait est ainsi rap-

porté : « Le bois de charpente qui, restant sous l'eau, n'est point exposé à l'action de l'air, se corrompt très-difficilement. On a trouvé, en 1727, à quelques milles au-delà de Naples, des piliers, restes d'un pont ou ouvrage semblable, que l'empereur Caligula fit construire entre Pouzzoles et Baïes, qui semblaient être des pièces coupées depuis peu d'années. On conserve à l'arsenal de Venise, sous l'eau de mer, beaucoup de bois de construction; cependant, l'eau qui les recouvre étant mêlée à celle de plusieurs grandes rivières, n'est pas aussi salée que celle de Pouzzoles, et ne posséderait pas à un très-haut degré la propriété de conserver, si elle n'avait pour cause que le sel. Cette propriété, qui n'appartient pas essentiellement à l'eau, n'est sans doute due qu'à l'exclusion de l'air et à l'obstacle mis à son action. » (*Mém. abrég. de l'Académie de Stockholm,* t. XI, p. 411, année 1772.)

Cette application de l'eau de mer à Venise n'est pas d'ailleurs donnée ici comme une nouveauté. De tout temps, la propriété antiseptique du sel marin a été reconnue (voir partie historique). Qui a pensé le premier à étendre cette application au bois? Il serait bien difficile de le dire. Aux exemples cités par Horlemann, on peut ajouter celui des mines de Wielliczka, en Pologne (voir 2e partie, chap. II, et ci-après les nos 17 et 146). — Il paraît probable que ce bois de Baïes avait subi une pétrification analogue à celle que M. Péligot a constatée et analysée dans les bois de l'ancien port de Carthage.

12. — Salberg (1772).

En lisant ces vieux volumes, je trouve que, dès 1772, Salberg, — sauf l'imperfection des moyens techniques, — opère la conservation des bois en vertu des principes considérés aujourd'hui comme les plus avancés. Avant de citer le texte, je le résume : au lieu d'*alun,* Salberg a recours au *vitriol* (sulfate de fer) dissous dans une eau qui tient en suspension du peroxyde rouge de fer, lequel peroxyde sature l'excès d'acide libre en même temps qu'il colore le bois. Avant tout, le bois doit être bien desséché à l'étuve... solaire, pendant les mois de juin et de juillet. Alors, la liqueur préparée ci-dessus est versée toute chaude sur le bois desséché. Le bois est ensuite de nouveau exposé au soleil et, après cette deuxième dessiccation, on l'imbibe d'un mélange d'huile

de poix (essence) et de goudron. L'huile de poix ne doit pas contenir d'acide pyroligneux.

Voici le texte extrait des *Mémoires de l'Académie de Stockholm* pour 1772, t. XI, p. 411 :

« *Conservation des bois.*— On a essayé de préserver le bois de la corruption, en le faisant tremper dans la *saumure,* dans l'eau argileuse, dans l'urine, etc. ; mais l'expérience a prouvé l'inutilité de ces ingrédients, ainsi que l'efficacité du vitriol pour remplir le même objet. »

L'auteur recommande ensuite d'user du vitriol qui a, « ainsi que l'alun, une vertu dessiccative qui l'empêche d'être attaqué par l'humidité. Pour les préparations du bois avec cette substance, le soleil le plus ardent est nécessaire ; ainsi les mois de juin et juillet sont les plus propres à cette opération. On y joint une couleur rouge qu'il faut préparer comme suit » : Salberg emploi l'oxyde rouge de fer broyé à l'eau et agité avec elle dans un tonneau. Lorsque les parties grossières se sont précipitées, « on fait dissoudre le vitriol dans l'eau claire qui a servi à l'affinage de la couleur, à raison d'une livre et demie de vitriol commun par chaque pot d'eau ; on l'écrase et on le remue dans la cuve avec des pilons de bois ; si l'eau est chaude, il fond plus vite. Quelques-uns ont imaginé de mettre dans l'eau plus de vitriol à dessein de mieux conserver le bois ; c'est une erreur..... il ne pénètre dans le bois que très-peu d'eau vitriolée. Le sel qui reste à l'extérieur est calciné par le soleil, et la pluie l'emporte. La quantité qui vient d'être prescrite est suffisante, surtout lorsqu'on l'emploie très-chaude ; il en est ainsi du goudron dont on enduit le bois... Le vitriol étant dissous, on met par chaque pot d'eau vitriolée deux livres de couleur rouge, ou un peu moins, mais jamais plus. Cependant l'on fait rougir au feu de la pierre à plâtre ou de vieux boulets que l'on jette dans cette eau, que l'on emploie aussitôt ; un jour ou deux de soleil suffisent ensuite pour la sécher. Quand on a couché la couleur sur le bois, on peut mettre une seconde ou une troisième couche composée de deux parties d'huile de poix et d'une partie de goudron ; il faut l'échauffer comme on a fait la saumure colorée. On peut aussi employer l'huile de poix seule ; mais le mélange avec le goudron vaut mieux ; il pénètre davantage le bois et conserve mieux la couleur, qui devient en vieillissant de plus en plus rouge.

« Si le bois est humide, il faut le faire sécher avant de l'enduire. L'huile de poix doit être claire et se séparer de l'eau, ce qui fait voir qu'elle n'est pas mêlée avec l'eau de goudron, comme il arrive souvent : ce mélange fait noircir la couleur rouge et la rend moins pénétrante. »

L'auteur est moins heureux, à la fin de l'article, lorsqu'il propose de colorer les bois, non-seulement avec l'oxyde rouge de fer, mais avec du sang de bœuf mêlé par moitié avec l'eau de vitriol.

13. — Migneron (1778).

Cet entrepreneur fit, à la fin du dernier siècle, des essais pratiques pour la conservation des charpentes. Les expériences furent répétées devant Buffon, Duhamel du Monceau, Franklin et Peronnet. L'examen des pièces de bois ainsi conservées donna plus tard toute satisfaction à la commission nommée par le Ministre, en 1807 ; voir à ce sujet : 1° *le Moniteur universel de* 1807, p. 58 ; 2° les *Annales des arts et manufactures,* 1811, t. XXXIX ; 3° le Rapport de Gillet-Laumont, en 1810, *Bulletin de la Société d'encouragement,* t. IX, p. 87, et enfin les *Archives des découvertes et inventions, pour* 1810, t. III, p. 261. Malgré toutes ces recherches, je n'ai trouvé que cette indication, savoir : que Migneron met les bois dans de grandes chaudières où le liquide conservateur est en ébullition. Pas d'autres renseignements sur la nature de ce liquide.

14. — Pallas (1779) en Russie.

Suivant Pallas, la durée du bois peut être prolongée par l'immersion dans une liqueur de *vitriol vert* (sulfate de fer). Quand le bois est bien imbibé de ce liquide, on le plonge dans un bain d'eau de chaux pour précipiter le vitriol. Ce qui revient à dire que Pallas produisait superficiellement une couche de sulfate de chaux et d'oxyde de fer, appliquant déjà les méthodes des doubles décompositions qui ont été plus tard largement utilisées en France et en Angleterre. (Voir *Acta Academiæ scient. Petrop.,* pars I, ann. 1779.)

15. — Acrel (1789).

On plaçait les pièces de bois d'abord dans de l'eau contenant du

sel marin en dissolution. « L'eau de vitriol (sulfate de fer) serait également convenable pour cette opération, mais l'eau douce serait certainement nuisible. » (*Monit.*, 1789, p. 471, et *Dict. chron. et raisonné*, etc., publié à Paris en 1826.)

16. — White (1798). *Kn.*

La remarque que les bâtiments affectés au transport de la chaux se conservaient bien plus longtemps et paraissaient résister à la décomposition, suggéra à White la pensée de placer les bois de marine dans la chaux vive, pensant qu'ils se trouveraient imprégnés par là d'une substance préservatrice et desséchante. L'Amirauté anglaise tenta l'expérience sur le vaisseau l'*Amethist*, lancé en 1799. En le radoubant, en 1809, on constata que les parties chaulées étaient plus altérées que les autres.

L'insuccès était facile à prévoir : la chaux en poudre soutire l'humidité du bois et ne saurait permettre le développement des parasites : c'est donc là un moyen très-efficace de conservation. Mais dès qu'on plonge dans la mer un bois ainsi préparé, on perd le bénéfice de l'action desséchante et conservatrice ci-dessus indiquée ; on provoque même une altération plus rapide, parce que : 1° la chaux, en se carbonatant au contact de l'air, ne s'oppose plus à l'altération du bois ; 2° la chaux, avant d'être carbonatée, s'infiltre avec l'eau dans le bois, altère sa ténacité et provoque la décomposition du ligneux en eau et en acide carbonique dont elle s'empare. (Voir une application analogue conseillée ci-après, *Doc.* 29.)

17. — Wolmeister (1798).

Wolmeister avait recours, pour la conservation des bois, à leur immersion dans l'eau salée ; ou bien encore il recouvrait les bois d'un enduit de sel marin. (Voir *Doc.* 11.)

CHAPITRE II

(Période de 1801-1810)

Procédé remarquable de Mackonochie, qui faisait servir les vapeurs résineuses à la pénétration et à la conservation des bois. — Carbonisation superficielle des bois par l'Amirauté anglaise. — Quelques moyens de coloration des bois, etc.

18. — Prof^r **Grasmann**, *de Stettin* (vers 1801). *Kn.*

Grasmann propose de rendre impénétrables aux vers les bois destinés aux constructions navales, en les plongeant dans une lessive « préparée avec du charbon minéral, ainsi que de la tourbe, et chargée de particules styptiques ou plutôt antiseptiques, au point de pouvoir augmenter la solidité du bois à un assez haut degré pour le rendre plus durable. »

Je ne comprends pas, je l'avoue, ce que viennent faire ici le charbon minéral et la tourbe, à moins que les mots *particules styptiques* ne donnent à entendre qu'il s'agit de quelqu'une de ces tourbes pyriteuses, riches en sulfure et en sulfate de fer. Peut-être Grasmann comptait-il seulement sur les acides bruns, toujours abondants dans les tourbes. On peut produire à cet égard plutôt des conjectures qu'une explication.

19. — **Mackonochie** (1805). *Kn.*

Pendant son séjour aux Indes, Mackonochie avait sous la main le bois résineux de Teck qui présente une grande résistance aux agents de décomposition. Pour communiquer cette inaltérabilité aux autres essences de bois, et opérer une transfusion, il proposait d'employer les copeaux de bois de Teck ou d'autres arbres résineux, lesquels copeaux, distillés sans doute, permettraient la migration de la substance conservatrice dans les bois moins favorisés. Dans le prospectus d'un ouvrage sur la marine, Mackonochie ajoute qu'il a fait cons-

truire à cette intention une chambre à vapeur, susceptible de contenir vingt ou trente bordages longs de 40 pieds (13 mèt.).

Cette pénétration des bois par des vapeurs résineuses est digne d'être notée. En même temps qu'il y a dessiccation des bois, il y a pénétration des matières goudronneuses antiseptiques. D'autres tentatives furent faites dans cette direction par Lukin, en 1811, et, avec des modifications, par Moll, en 1835, *Doc.*, nos 25, — 75, — 77.

20. — Nystrom (1805).

L'auteur colore les bois avec du nitrate de fer; il fait dissoudre la limaille de fer dans l'acide nitrique, ajoute à cette liqueur de l'eau de rivière et peint les bois avec ce liquide dilué, à l'exception du chêne qui devient noir. (Voir *Bull. de la Soc. d'encourag.*, t. IV, p. 73, an XIII.)

Nystrom « emploie pour la coloration en brun-jaunâtre une dissolution de sulfate de fer étendu, teinture qui pénètre de quelques millimètres les bois qui en sont imprégnés et résiste aux rayons du soleil et au contact de l'air. » (*Génie ind.*, t. Ier, p. 87.)

Le dessein de l'auteur était seulement de colorer les bois de la sorte; mais il est juste de dire qu'on les imprégnait en même temps d'un liquide conservateur.

Il recommandait « de recouvrir les bois d'une couche de vernis d'ambre composé ainsi qu'il suit : 1 partie d'ambre grillé ou fondu, 3 parties d'huile de lin et 4 parties d'huile de térébenthine. » (*Génie industriel.*)

Nystrom, pharmacien à Norrkoping, a eu un moment de célébrité en Suède, lorsqu'il a proposé un nouveau liquide pour éteindre les incendies : solution de sulfate de fer, de potasse, d'alun, etc. (*Ann. chim.* de Crell, 1793).

21. — Perkins (1806). *Kn.*

L'auteur remplit de cristaux de sel marin les intervalles restés libres entre les pièces de bois, transportant ainsi aux corps ligneux le procédé appliqué à la conservation des viandes, du poisson, etc. Inutile de s'étendre sur ce sujet. Revoir les indications données déjà (nos 11, — 17, etc.).

22. — *Amirauté anglaise* (1808). *Kn.*

Carbonisation superficielle des bois. — C'est une antique observation que le charbon est inaltérable. Depuis un temps immémorial, on passait au feu l'extrémité des pieux destinés à séjourner en terre; voir cette ancienne application rappelée dans la *Partie historique.* En 1808, la marine anglaise résolut d'agrandir le champ d'expérimentation, en carbonisant superficiellement les grosses pièces de bois qui constituent les couples d'un bâtiment de guerre, et aussi la surface intérieure des bordages. Le *Dauntless*, bâtiment choisi pour cette expérience, lancé en décembre 1808, fut examiné à Portsmouth en mars 1814; les parties carbonisées furent trouvées en état de décomposition et couvertes de champignons.

Cet insuccès renversait toutes les idées alors reçues. On chercha la cause et on crut la trouver dans l'imperfection de la méthode de carbonisation employée; on supposa qu'au lieu de carboniser assez profondément le bois, on s'était arrêté lorsque celui-ci était simplement recouvert d'une couche de *noir de fumée.* Une autre supposition fut produite : les sucs du bois n'avaient-ils pas été refoulés dans l'intérieur, au moment de la carbonisation superficielle, et ces sucs emprisonnés n'étaient-ils pas la cause de l'altération imprévue?

Il ne paraît pas qu'après un tel échec, l'expérience du *Dauntless* ait été recommencée en Angleterre.

Malgré l'opinion séculaire favorable à ce moyen, il est permis de douter de sa complète efficacité. Le charbon, inaltérable lui-même, n'est pas un enduit superficiel suffisamment imperméable pour barrer le passage aux parasites et à tous les agents de décomposition. Sans doute, les parasites ne sont pas attirés par le charbon lui-même, encore moins par l'acide pyroligneux qui s'est produit et condensé dans les pores du bois; mais ils ne tardent pas à outre-passer. « Les bois destinés aux constructions navales ne peuvent pas être carbonisés à un assez haut degré pour que cette opération soit d'une grande utilité; l'action à laquelle ils sont sujets, en raison de la fatigue que les bâtiments éprouvent en mer, ne tarderait pas à pulvériser et à enlever la superficie réduite en charbon. » (Knowles.) Voir *Doc.*, 56, 137, — 154, — 166.

23. — *Landwirthschaftliche Zeitung* (Journal d'économie rurale) (1809).

« *Moyen de conserver le bois de construction*, à l'aide de l'enduit préparé de la manière suivante : on fait fondre dans une poêle de fer 12 livres de colophane, on y met 12 pintes d'huile de baleine et 3 livres de soufre. On fait fondre le tout à un feu doux, et on remue bien la masse. Alors, on prend une terre ocreuse de la couleur qu'on veut donner à l'enduit, on la broie bien fine avec l'huile, et on la mêle avec la masse préparée susdite.

« Avec cet enduit, on donne une première couche légère à chaud; après deux ou trois jours, quand cette couche est bien sèche, on donne une seconde couche plus forte et, au besoin, une troisième. »

24. — **Cadet de Gassicourt** (1810).

Le but principal que se proposait Cadet de Gassicourt, pharmacien à Paris, était de colorer les bois. A cet effet, il les pénétrait de couleurs métalliques, telles que le muriate, le prussiate et le sulfate de fer. Il faisait intervenir aussi le sulfate de cobalt qu'il précipitait par l'eau de savon, produisant ainsi dans les pores du bois un oléate métallique. Il recourait aussi au chlorure d'étain.

J'ai dit ailleurs déjà que les auteurs de quelques-uns de ces procédés n'avaient le dessein de produire que des réactifs propres à colorer les bois; c'était leur unique but. Mais il est évident que ces moyens étaient également antiseptiques.

CHAPITRE III

(Période de 1811-1820)

L'industrie s'applique activement à résoudre le problème de la conservation des bois; les tentatives deviennent plus multipliées et plus sûres. — Lukin reproduit, en Angleterre, les expériences de Mackonochie. — Le baron Champy, en France, parvient à conserver le bois, en introduisant dans le tissu ligneux du suif chauffé. — Les goudrons restent néanmoins les agents conservateurs préférés. — On emploie quelques sels métalliques et notamment le pyrolignite de plomb dont on précipite l'oxyde dans le bois au moyen de liqueurs alcalines. — Emploi renouvelé du sulfate de fer, de l'eau de mer, de la chaux vive. — Dagneau propose un extrait de plantes amères mêlé au goudron.

25. — **Lukin** (1811-1812). *Kn.*

L'idée manifestée par Mackonochie (1805) d'introduire dans les bois des vapeurs résineuses fut reprise en 1811 par Lukin, en Angleterre. Il faut bien reconnaître qu'il y a là une conception heureuse destinée à prendre place dans l'industrie. La substance résineuse participe des matières grasses, elle est plus volatile qu'elles et plus résistante aux agents septiques; enfin, sa volatilité même lui permet l'accès des pores les plus ténus du bois qui finit par la condenser. L'Amirauté anglaise n'hésita pas à accueillir les projets qui lui furent soumis pour la construction d'une étuve, achevée dès le mois de janvier 1812. Cette grande étuve avait, suivant Knowles, « 32 pieds de longueur, 12 pieds de largeur et 23 pieds de hauteur. » Murs en briques, toit voûté en briques, sol dallé et incliné, afin de favoriser l'écoulement des vapeurs condensées. Au-dessus du toit, une soupape de sûreté de 1 pied de diamètre ($0^m,325$) pour prévenir les accidents, en donnant issue aux gaz, s'ils subissaient un excès de tension. Contre les murs de cette étuve étaient placés, d'une manière apparente, des thermomètres, hygromètres et manomètres, pour mesurer la température, l'humidité et la pression intérieures. Cette grande étuve était mise en communication avec deux cornues placées sur un fourneau. De ce fourneau partaient des conduits qui parcou-

raient le sol et les surfaces perpendiculaires de l'édifice, afin d'égaliser la chaleur. Les cornues n'étaient pas emplies de bois de Teck, ainsi que le voulait Mackonochie, mais de houille et de sciure de bois de pin. Les chargements de ces substances étaient plusieurs fois renouvelés pendant la durée de l'opération; par l'application de la chaleur, elles distillaient des matières goudronneuses qui pénétraient dans l'étuve.

Les bois à conserver ayant été placés dans cette étuve, — mars 1812, — et les doubles portes en fer fondu s'étant fermées sur eux, on commença à chauffer les cornues. La chaleur intérieure s'accrut graduellement jusqu'à 202° Farenheit (environ 95° C.). L'étuve ayant été ouverte le 14 avril, on reconnut que le bois était presque carbonisé. Lukin crut que les dispositions de l'étuve avaient besoin d'être modifiées; le 20 août, elle fut prête à une nouvelle expérience; cette fois la température la plus élevée fut de 150° Farenheit seulement (+ 66° C.). Le bois retiré se trouva en bon état.

L'opération fut recommencée, en mettant dans l'étuve des bois préablement couverts d'huile de baleine. Les cornues elles-mêmes avaient été chargées de ce liquide gras imprégnant des fragments de charbon de bois. La température intérieure de l'étuve ne s'éleva qu'à 130° Farenheit (+ 55° C. environ). L'étuve ouverte alors permit de constater que la pénétration n'avait pas été suffisante, ni la température assez élevée; de telle sorte que les portes ayant été closes de nouveau, l'opération fut continuée. Lukin pensa que la présence de l'huile de poisson, en imprégnant les bois, retardait l'évaporation de l'humidité. Le 12 décembre 1812, on recommença donc à chauffer l'étuve; mais le 30 décembre, le gaz hydrogène carboné mêlé à l'air détermina, au contact de quelque flammèche sans doute, une épouvantable explosion : l'étuve entièrement détruite, six hommes tués, quatorze grièvement blessés, les débris du bâtiment projetés au loin et jusqu'aux lourdes portes de fonte (280 livres) emportées à 80 mètres de distance, démontrèrent tristement la violence de l'explosion. J'ai rapporté tout au long cet essai intéressant, funeste, parce qu'il contient les éléments d'une solution pratique. Aussi, cette idée, alors abandonnée, reparaîtra-t-elle plus tard.

Lukin, qui semble avoir le destin de suivre la voie déjà ouverte

par d'autres, ravive en 1812 le procédé indiqué par Constable dès 1768; il propose de laver avec l'eau de *marcassite*, c'est-à-dire avec une solution arsenicale de sulfate de fer, les bois destinés au vaisseau *la Reine Charlotte*. Mais cette application détermina chez les ouvriers l'apparition de tumeurs glandulaires; deux d'entre eux moururent.

26. — Cook, de Birmingham (1812).

Ce chimiste propose de goudronner les vaisseaux, non plus avec du goudron de bois, mais avec du goudron de houille qu'il déclare beaucoup plus hostile aux vers que le premier de ces corps. (*Journal de Nicholson*, avril 1812.)

27. — ..... ? ..... (1812).

« Méthode pour garantir le bois de construction des injures des saisons. — Cette méthode est beaucoup plus avantageuse que celle de laisser tremper le bois dans une solution de sel. Elle consiste dans un enduit qu'on prépare de la manière suivante : on prend 3 parties de chaux éteinte à l'air, 2 parties de cendres de bois et 1 partie de sable fin. On tamise le tout, et on y ajoute autant d'huile qu'il est nécessaire pour former une masse qui se laisse manier avec un pinceau ou une brosse. Pour rendre ce mélange parfait et plus durable, on peut broyer la masse sur un marbre. Il n'en faut que deux couches pour le bois, dont on donne la première assez mince, mais la seconde aussi épaisse que le pinceau puisse le permettre. Cet enduit bien préparé est imperméable à l'eau, et résiste à l'influence du temps et à l'action du soleil qui le durcit et le rend plus durable. » (*Archiv. des découv.* pour 1812, t. V, p. 177.)

28 — Baron **Champy** (1813).

Un magasin à poudre devait être construit provisoirement et s'appuyer contre un mur humide. Le Bon Champy fit doubler de plomb le nouveau magasin et prit la précaution d'immerger, pendant quatre heures, dans un bain de suif fondu (120° à 130°), les pièces de bois qui devaient être scellées dans ce mur humide. « L'eau que les bois contenaient a été réduite en vapeurs; le suif a pris sa place

et les a pénétrés de part en part; ils en ont absorbé à peu près le cinquième de leur poids. » (*Expériences faites par ordre de S. Exc. le Ministre de la guerre*, etc., Bibl. du Conserv. des Arts-et-Métiers; lire aussi Payen, *Mém. sur la conservation des bois.*)

On voit par cette expérience, dont les résultats furent très-satisfaisants, que le Bon Champy avait remplacé par un bain de suif le bain de goudron bouillant ou le bain d'huiles chauffées, précédemment conseillés aux mêmes fins.

29. — Chapmann (1815). *Jo.*

« Dès 1815, M. Chapmann, auteur d'un des premiers ouvrages sur la conservation des bois, prévenait l'altération, en les laissant plonger pendant plusieurs heures dans de larges bassins contenant une dissolution de sulfate de fer; il les faisait dessécher ensuite pendant plusieurs jours dans une étuve. Par ce procédé, une partie seulement du bois était pénétrée par la dissolution.....

« M. Chapmann proposait, comme moyen complémentaire de son procédé, d'enduire la surface extérieure du bois d'une peinture composée d'huile de lin commune et de sous-sulfate de fer, cette peinture étant épaissie par un mélange de créosote et de poix. Cet enduit donne des résultats satisfaisants.

« M. Chapmann proposait également d'employer l'eau de chaux comme agent conservateur; il citait à l'appui de son opinion que les bois des navires employés au transport de la chaux dans le Sunderland, s'étaient conservés en parfait état pendant quarante ans.... » (M. Jousselin, *Mém. hist. et th. sur la conservation des bois.* — Voir *Docum.*, 16.)

30. — Bowden (1815). *St.*

Bowden immergeait les bois dans l'eau de mer pendant plusieurs semaines. (Revoir les remarques ci-devant produites à propos de l'emploi du sel marin, *Doc.*, 11, — 17, — 21.)

Il y a cette différence qu'au lieu des solutions concentrées employées par Wolmeister et tant d'autres avant lui, on a recours ici à une solution étendue. Deux actions : l'eau de mer dissout et entraîne l'albumine soluble restée dans le bois. La matière azotée insoluble, pé-

nétrée d'eau salée, voit cette liqueur se concentrer dès que le bois est exposé à l'air. Dans ces conditions, et pendant tout le temps que le sel persiste dans cet état, nulle atteinte à redouter des parasites, à l'exception de certains tubicoles, tarets, etc. Mais le sel est hygromométrique; c'est dire que la durée de son action antiseptique est limitée.

Horlemann nous a appris qu'à Venise on conservait les bois, en les immergeant dans l'eau de mer (n° 11).

31. — Semple (vers 1815?).

Ce chimiste anglais plaçait horizontalement les bois destinés aux constructions navales, sur de petits murs de briques de $0^{m},30$ de hauteur. Entre ces murs « il brûlait du combustible jusqu'à ce que le bois fût entièrement desséché; il le retirait alors et le plongeait immédiatement dans un bain chaud de goudron et d'huile de lin. Le bois était pénétré par la substance jusqu'à une certaine profondeur; il devenait plus dur, plus dense et se conservait parfaitement plongé dans l'eau de mer. Ce procédé, qui a été perfectionné par la suite, avait été décrit par Tregold, dans ses *Elementary principes of carpentry*, comme réunissant toutes les conditions de succès. » (M. Jousselin, *Mémoire*, etc.)

31bis. — Callender (1818).

« Callender, dans le but de préserver l'acajou des influences de la température, l'expose pendant deux heures environ dans une chambre où il fait arriver de la vapeur provenant d'une chaudière; puis, il le met sécher dans une chambre chauffée à une douce température. » (Le *Génie ind.*, d'Armengaud, t. Ier, p. 88.)

32. — Dagneau (1818).

Le 24 novembre 1818, Dagneau, négociant à Dunkerque, appliqua à la conservation des bois une composition goudronneuse qui, dit-il, avait été imaginée par le docteur Oriot, mort en 1807. « Faites une décoction des plantes les plus amères, telles que l'absinthe, la petite centaurée, la tanaisie, le marrube blanc, la gentiane, l'aurone, le bois de Surinam, écrasé comme le tan des tanneurs, et toutes les

plantes amères les plus communes; faites bouillir dans une quantité suffisante d'huile de lin jusqu'à la cessation des vapeurs. »

C'est cette huile amère qu'on incorpore au brai ou goudron, en proportions diverses, suivant qu'on veut avoir une composition plus ou moins liquide. L'application est faite à chaud sur les navires, comme s'il s'agissait de leur faire subir le goudronnage ordinaire. Il paraît que les expériences tentées au port d'Ostende, où vers et tarets fourmillent, ont donné des résultats satisfaisants. (Voir dans la *Partie historique* l'usage des plantes amères dans l'antiquité et le moyen âge.)

33. — *Philosophical Magazine* (août 1818).

« Moyen de prévenir la pourriture sèche des bois. — On prépare une dissolution très-concentrée de soude ou de potasse dans l'eau, et on l'applique bouillante, à l'aide d'un pinceau, sur les parties du bois affectées de la pourriture sèche. Cette lessive caustique détruit les fibres végétantes des champignons qui se sont attachés au bois.

« Ensuite, on fait dissoudre de l'oxyde de plomb ou de fer dans de l'acide pyroligneux, et, douze heures après la première application de la lessive caustique, on imbibe le bois de cette dissolution. La liqueur métallique se décompose, l'acide et l'alcali se combinent, et l'oxyde de plomb ou de fer, chassé dans les pores du bois, empêche les champignons de prendre de l'accroissement.

« Un autre moyen de prévenir la pourriture sèche consiste à laver le bois avec la dissolution pyroligneuse de plomb, et, dix ou douze heures après, à l'imprégner d'une forte dissolution d'alun, dans la proportion d'une livre et demie d'alun pour un gallon d'eau (environ 4 litres). » (Voy. *Doc.* 14.)

34. — **Pasley** (1820).

Pasley faisait usage de « liqueurs indécomposables (par exemple, les acides?). Le bois est bouilli d'abord dans l'eau, puis aussitôt enduit de liqueur conservatrice ». (M. Stoëckhardt.)

35. — **Isaac Sargent** (1820).

Sargent se proposait un double but : imprégner les bois d'une ma-

tière conservatrice et ployer ces bois pour leur donner des courbes utiles à l'industrie. Mais c'est l'idée mécanique qui domine; aussi, ne précise-t-il pas la composition de son liquide préservateur. Toutefois, on voit qu'il fait usage de la vapeur, de l'huile, etc. « Le procédé chimique a pour but de rendre toute espèce de bois de droit fil, ou autre, flexible et propre à la compression; ce qu'on obtient en le trempant dans un fluide en ébullition, ou en lui faisant subir l'application de la vapeur provenant d'un liquide tel que l'eau, l'huile, les spiritueux ou bien celle des gaz..... Dans le même temps que le bois est en état de compression, il est soumis à une troisième opération qui consiste en un bain de sable ou de terre chauffée, ou en l'application d'une composition métallique ou minérale qui le mûrit promptement et le sèche de manière à lui conserver sa forme. »

36. — **Sanderson** (1820). *Kn.*

Sanderson met à profit l'indication de Reed (*Doc.* 3), de Hales (*Doc.* 6), en imbibant les bois d'acide pyroligneux; mais de plus il immerge ce bois dans de l'*huile de goudron végétal bouillante.* Quelques pièces ainsi préparées furent placées sur le côté inférieur des baus de la soute aux poudres d'un vaisseau anglais. Cinq ans après, ces pièces étaient aussi altérées que celles qui n'avaient subi aucune préparation. On avait observé, en outre, au grand désavantage de cette méthode, que l'acide pyroligneux corrodait les clous de fer avec une si grande rapidité que, durant cette période de cinq ans, il fallut les renouveler deux fois.

CHAPITRE IV

(Période de 1821-1830)

La tendance à trouver des moyens de conservation s'accuse bien davantage encore durant cette période. — Kyan conserve le bois au moyen du sublimé corrosif. — Le goudron seul ou mélangé, froid ou chauffé, et même sous forme de vapeurs, reste toujours l'agent préféré. — Fuchs rend le bois incombustible au moyen du verre soluble. — Newmann signale l'emploi de la vapeur d'eau pour laver les fibres du bois et emporter la séve. — Reybert traite les bois par l'eau et sa vapeur, puis par la dessiccation au four.— On propose l'usage des sels de cuivre, de l'huile de lin lithargyrée, et aussi le dépôt de substances solides dans les fibres du bois au moyen des doubles décompositions salines. — Knowles publie la liste de toutes les substances proposées pour la conservation des bois, et Hartig entreprend des expériences comparatives avec plusieurs de ces substances.

37. — **Parkes** (1821).

« Emploi du goudron provenant de l'acide pyroligneux.— M. S. Parkes a trouvé moyen d'utiliser ce goudron que les fabricants sont souvent obligés de brûler, faute de débit. Il a reconnu qu'en imprégnant de cette matière des palissades en bois, on leur donne une dureté et une imperméabilité qui en augmentent considérablement la durée. Le procédé consiste à chauffer légèrement le goudron dans un vase de fer et à l'étendre avec une brosse sur le bois..... Voici la composition que l'auteur emploie : on fait fondre ensemble huit livres de goudron, une once de suif et deux onces de résine pulvérisée... » (*Arch. des découv. pour* 1821, t. XIV, p. 371.)

38. — **Dinsdale** (1821). *St.*

M. Dinsdale emploie le goudron végétal dont on a préalablement extrait l'acide pyroligneux. On enduit de ce goudron le bois ou bien on lui fait subir des immersions répétées. C'est donc la vieille et antique pratique du goudronnage qui paraît ici reproduite. Les immersions réitérées ont cependant pour effet d'augmenter l'épaisseur de la couche ou d'activer la pénétration.

39. — Knowles et Davy (?) 1821.

M. Stoëckhardt attribue à Knowles et à Davy l'emploi, dès 1821, du bichlorure de mercure pour la conservation des bois; il met cette simple indication : « chloride de mercure, — immersion. » J'incline à penser qu'il y a là quelque confusion. En lisant le *Mémoire* de Knowles relatif aux procédés de conservation proposés jusqu'en 1825, je ne vois pas qu'il soit fait mention d'essais entrepris par lui avec le sel mercuriel. Il est vrai toutefois que le bichlorure de mercure se trouve compris dans la liste des nombreuses substances qui, suivant Knowles, ont été jusque-là désignées pour la conservation des bois (voir *Doc.* 52); mais cela n'implique point des essais personnels bont il n'aurait pas manqué sans doute de rendre compte dans sa notice.

40. — Newmann (1822) (?) — Exploitation viennoise (1822).

« Un chimiste allemand, Newmann, a employé, le premier, un procédé qui peut être considéré comme le point de départ des procédés modernes. Dans une grande caisse en bois, il introduisait le bois à sécher, espaçant les pièces entre elles. Cette caisse communiquait avec un générateur de vapeur. A sa partie inférieure, un tube, muni d'un robinet, laissait de temps à autre couler la vapeur condensée chargée d'albumine végétale et de séve puisées dans le tissu du bois. On jugeait de la marche de l'opération d'après la coloration de l'eau condensée. Quand l'eau était entièrement limpide, on retirait le bois et on le livrait à l'industrie sans lui faire subir d'autres opérations. » (M. P. Jousselin, *Mémoire.*)

« *Moyen de dessécher les bois propres à la confection des instruments de musique et d'autres usages.* Il s'est formé à Vienne (Autriche) un établissement où l'on prépare en grand les bois, etc..... Ces bois sont disposés par étages dans une chambre ou caisse de dix pieds ($3^m,25$) de long sur cinq pieds de large, faite en fortes planches réunies solidement et garnie d'une porte qui doit fermer hermétiquement... On fait arriver dans cette caisse de la vapeur, au moyen d'un tuyau communiquant avec une chaudière remplie d'eau bouillante. Cette vapeur, en pénétrant dans les pores du bois, ramollit les parties végétantes et les rend susceptibles de se dissoudre. Quoique la caisse re-

çoive un degré de chaleur très-considérable, la vapeur s'y condense à la partie inférieure et s'y convertit en une liqueur peu colorée d'abord et qui devient de plus en plus foncée à mesure que l'opération avance. A la fin, elle est entièrement claire et contracte une saveur acide très-prononcée..... L'opération dure soixante heures; puis on dessèche à l'étuve chauffée à 42° ou 48° Réaumur. » (*Arch. des découv.*, 1822). Voir *Doc.* 31 *bis.*

40bis. — Roguin (janvier 1822).

« Le procédé de dessiccation, employé par M. Roguin, consiste à faire séjourner le bois vert dans un bassin d'eau chaude, où il abandonne les parties solubles gommeuses qui constituent la séve; il se séche alors plus promptement et ne peut plus fournir de nourriture aux vers. » (Armengaud, le *Génie industriel,* t. Ier, p. 88.)

41. — Prechtl (1822).

« Vapeurs de goudrons. — Le bois est d'abord exposé à la vapeur d'eau seule, puis à celle d'un mélange d'eau et de goudron. » (M. Stoëckhardt.)

Revoir les *Doc.* 19, — 25, — 35.

42. — Lacroix (1822).

« Lacroix employait de l'huile de lin siccative dans laquelle était dissous un peu de litharge. » (M. Jousselin.)

43. — *Société d'encouragement* (1822).

C'est sans doute l'indication de Lacroix qui se trouve reproduite dans le *Bulletin de la Société d'encouragement* auquel j'emprunte la note suivante : « Un enduit composé d'huile de lin siccative, concentrée par une douce chaleur, dans laquelle on a fait dissoudre environ moitié de litharge, préserve le bois de toute altération : on l'applique à chaud. L'essai en a été fait au pont d'Amboise dont les bois, recouverts de cet enduit, sont depuis trois ans dans le meilleur état de conservation. » (*Bull.,* t. XXI, sept. 1822, p. 287.)

Berthollet a publié, dès 1780, un long travail sur les savons de

toutes natures et même sur les *savons métalliques*. Si quelque lecteur a des loisirs, il pourra approfondir le sens des mots suivants que j'ai seulement extraits de la Table des mémoires de l'Académie : « La combinaison oléo-martiale est d'un brun-rougeâtre ; appliquée sur le bois, elle le pénètre et s'y dessèche. » Ceci prouverait que l'oléate de fer était alors connu.

L'effet de l'oléate de plomb (huile lithargyrée) signalé ci-dessus par la Société d'encouragement a quelque analogie avec l'effet de l'oléate de fer : il y a cette différence cependant que ce dernier composé est plus avide d'oxygène.

44. — Cook (1822).

Le même Cook, chimiste distingué de Birmingham, qui avait proposé, en 1812, la substitution du goudron de gaz au goudron de bois (n° 26), pour préserver les planches de la décomposition, eut la pensée de faire patenter, en Angleterre, un procédé propre à « rendre incombustibles les bois ainsi que les tissus de toile et de coton ; ce procédé empêchait en même temps le bois de tomber en poussière ». Pour atteindre ce double but, Cook faisait tout simplement pénétrer une dissolution de potasse. Bien que l'objectif principal ne fût pas d'assurer la conservation des bois, il me paraît utile de rappeler les moyens employés par lui pour déterminer la pénétration de sa liqueur : « Il y a deux manières de saturer les bois : premièrement, en laissant tremper les planches dans la dissolution pendant trois ou quatre semaines, jusqu'à ce que la potasse ait parfaitement rempli les pores du bois ; mais la méthode qu'il préfère consiste à se servir d'une machine au moyen de laquelle il parvient à extraire la séve et à la remplacer par l'alcali ; il exécute cette opération en quelques heures, aussitôt après la coupe de l'arbre et avant que l'écorce soit enlevée ; elle a le double but de rendre le bois incombustible et de l'empêcher de tomber en poussière. » (*Bull. de la Soc. d'enc.*, t. XXII, p. 72, année 1823.)

Quant au choix fâcheux de la liqueur alcaline, je ne puis que renvoyer aux considérations développées au *chapitre II*, ainsi qu'au *Doc.* n° 16.

45. — Kyan (vers 1823).

Kyan applique à la conservation du bois le bichlorure de mercure ou sublimé corrosif ; il plonge, durant quinze jours, dans une solution de ce sel vénéneux, les bois et charpentes des serres du duc de Devonshire. Pour faciliter l'imprégnation, ces charpentes étaient formées de planches immergées d'abord, séchées, puis réunies entre elles au moyen de boulons. Ces bois furent ainsi préservés de la pourriture (bichlorure de mercure en solution 1 pour 100).

Plus tard, Kyan ne se borna pas à cette première tentative. Les bois affectés aux constructions navales reçurent la même préparation, plus concentrée seulement : un demi-kilogramme de sublimé était dissous habituellement dans vingt-cinq litres d'eau froide. Le bois couché dans un bain revêtu de planches de toutes parts, afin que le sel mercuriel ne se décomposât pas au contact d'autres métaux, y séjournait plus ou moins longtemps, suivant l'épaisseur (10,—15,—20 jours). Ensuite, une pompe soutirait la solution et permettait d'extraire le bois qu'on abandonnait à la dessiccation durant un mois avant de s'en servir.

J'extrais d'un article publié à ce sujet, en avril 1833, dans la *Quarterly Review,* les indications suivantes : « Le procédé de l'auteur (Kyan) consiste simplement à faire tremper le bois pendant un temps suffisant dans une solution de sublimé corrosif. L'auteur a trouvé que des tronçons de 216 pouces cubes de bois divers, tels que chêne, sapin, etc., sont capables d'absorber à peu près la même quantité de sublimé, savoir : environ cinq onces, quantité assez minime pour que la dépense de l'opération soit peu considérable, eu égard à l'importance du résultat.

« Les essais de M. Kyan ont été constamment répétés pendant une période de *dix ans* dans l'un des établissements publics de Woolwich. Le gouvernement anglais y a fait pratiquer une espèce de chambre souterraine, qu'il a fait remplir de bois à moitié décomposé et dans un état de pourriture complète. Il a fait constater, par des expériences répétées, que le bois le plus dur et le plus sec qu'on introduit dans cette cavité (*pourrissoir de Woolwich*) ne peut résister pendant une année à l'action des gaz et des vapeurs qui s'y développent ; au

bout de cette période, il est toujours plus ou moins attaqué de pourriture. Pour constater l'efficacité du procédé de M. Kyan, des poutres préparées d'après son procédé ont été introduites dans cette cavité et, au bout de cinq ans, elles en sont sorties parfaitement saines. Des résultats analogues ont été obtenus en introduisant dans la chambre souterraine plusieurs pièces de toile dont une portion seulement avait été imprégnée de la solution de sublimé corrosif. Ces dernières se sont trouvées dans un état de conservation parfaite au bout de cinq ans, tandis que celles qui n'avaient pas été préparées étaient dans un état de pourriture complète et tombaient en lambeaux, dès qu'on les touchait.

« On pourrait craindre que les vapeurs de sublimé, en viciant l'atmosphère dans l'intérieur des bâtiments, ne devinssent une source de maladies pour ceux qui sont appelés à y séjourner. M. Faraday a établi que la combinaison de l'albumine végétale et du sublimé donne naissance à un nouveau composé mercuriel, complétement insoluble dans l'eau, et incapable, au moins dans les circonstances ordinaires, de donner lieu à des exhalaisons nuisibles. »

Il est vrai que la matière azotée du bois, et notamment l'albumine, s'unit ici au sel mercuriel et paraît insoluble, dans la mesure au moins où nous pouvons constater l'insolubilité : c'est une véritable combinaison d'albumine avec le mercure. Les végétaux et les animaux parasites fuient cette union toxique. Nous verrons tout à l'heure s'il convient de la considérer comme douée d'une innocuité complète à l'égard des hommes, en se fondant sur sa fixité.

Puisqu'il est question, dans cet article de la *Quarterly Review,* des pourrissoirs de Woolwich, il est à propos d'insister sur les expériences qui ont été ainsi entreprises en Angleterre d'abord, puis répétées ailleurs. Nous avons vu déjà que, vers la fin du siècle dernier, l'Amirauté anglaise accueillait tous les procédés de conservation, les appliquait dans ses chantiers et construisait des navires avec ces bois imprégnés. Mais on se ravisa plus tard, en renonçant à ces expérimentations directes et coûteuses. Les méthodes nouvellement produites furent désormais soumises à un essai préparatoire. A cet effet, on établit à Woolwich des *pourrissoirs,* c'est-à-dire des trous en terre remplis de végétaux décomposés et recouverts de fumier. Les bois

injectés subissent dans ce milieu l'épreuve préliminaire ; ce n'est qu'autant qu'ils résistent aux altérations, que les procédés sont expérimentés dans les chantiers. Le sublimé corrosif, ainsi que l'atteste la *Quarterly Review,* permit au bois et aux tissus de braver l'action septique des pourrissoirs.

Au moment où ce sel mercuriel venait d'être largement introduit dans l'application industrielle et coopérait à la conservation des bois, une double opposition s'élevait contre son usage ; on disait que ce produit était trop cher, mais surtout on manifestait des craintes au sujet de l'action toxique qu'il allait exercer sur les hommes. Non-seulement les ouvriers *injecteurs* étaient exposés aux influences mercurielles, mais le bois des navires ainsi pénétré de substance vénéneuse pouvait déterminer, surtout dans les passages des tropiques, des accidents fâcheux pour les équipages. On cite néanmoins le navire baleinier l'*Enderby*, qui aurait constaté la parfaite innocuité de ses bois ainsi imbibés. (L'huile, dont ces navires sont empreints, n'exerce-t-elle pas une action favorable ?) Mais, soit danger réel, soit crainte exagérée, les répulsions n'étaient pas vaincues ; l'opinion même attribuée au savant chimiste anglais Faraday n'en a pas arrêté le cours. Il faut bien convenir que l'argument tiré de l'*insolubilité* et même de l'*involatilité* du sel mercuriel uni à l'albumine, n'a qu'une valeur très-amoindrie, en présence des faits qui nous sont connus. L'arséniure de cuivre (vert de Schewereinfurt) jouit des mêmes avantages antiseptiques, comme aussi de la même fixité ; mais il est hors de doute que les particules qui se détachent des papiers de tenture, imprégnés de cette substance colorante, exercent une action vénéneuse très-intense.

Ce n'est pas tout encore : aux deux griefs ci-dessus rappelés et invoqués contre l'emploi du sublimé corrosif, il faut ajouter un autre grief qui a sans doute le plus activement contribué à l'abandon de ce sel dans les constructions navales. Non-seulement ce sel est coûteux et toxique, mais il est impuissant à prévenir l'altération des bois à la mer. Les pourrissoirs ne pouvaient pas faire prévoir cette défectuosité. Il est certain que les bois de la sorte injectés ne résistent pas longtemps à l'action des tarets ; les expériences de David Stevenson, celle de M. Cooper (Société des ingénieurs de Londres) commencées en

1837, et le rapport de la commission hollandaise (*Doc.* 151) attestent l'insuccès. Il me paraît démontré, d'après quelques expériences que j'ai entreprises et rappelées dans le chapitre VI, que la combinaison albumino-mercurielle, sensiblement insoluble dans l'eau ordinaire, est soluble dans l'eau de mer chargée de sel marin; il se produit entre les deux chlorures un chloro-sel soluble qui soutire au bois le dépôt de sa matière conservatrice. Le sublimé corrosif n'est plus du tout appliqué, depuis longtemps, à la conservation du bois.

Ceci expliqué, j'ajoute quelques remarques générales relatives aux sels et aux composés mercuriels. Dans mes recherches bibliographiques, faites en vue des moyens de conservation, j'ai trouvé le texte déjà produit (*Doc.* 1), qui établit au profit de Homberg la priorité de l'application du bichlorure de mercure à la conservation du bois (voir *Part. hist.*, fin du chap. II); mais évidemment cette ancienne indication passa inaperçue et demeura oubliée.

Plus tard (1730) Baster, en Hollande, appliqua les préparations mercurielles aux bois destinés aux constructions navales; il n'en obtint aucun résultat satisfaisant (*Doc.* 2).

Les mémoires sur les *antiseptiques*, adressés à l'Académie de Dijon en 1767, placent au rang des agents conservateurs le bichlorure de mercure et les autres sels mercuriels alors connus (voy. Ire *part.*, chap. III).

M. Payen, qui paraît avoir ignoré ces anciennes applications des sels mercuriels, s'attache à faire remarquer qu'on doit à Chaussier, l'une de nos illustrations médicales, « la connaissance de la conservation indéfinie des matières animales par le deutochlorure de mercure ». (*Bull. des sciences techn.*, t. II, année 1824.) Le professeur Chaussier répandait effectivement ce moyen et produisait cette indication vers le commencement de notre siècle; c'est dès lors le bichlorure de mercure qui devient l'agent le plus employé pour la conservation des cadavres sous le premier Empire français et sous les règnes suivants (voy. la IIIe part. de ce Traité).

Laubert, inspecteur général du service de santé (1814), écrit que Valli a constaté dans l'oxyde rouge de mercure une propriété antifermentescible; que cette propriété était si bien connue avant lui dans la Bourgogne, par tradition populaire, que les jeunes gens arrêtaient

subitement la fermentation dans les cuves vinaires en projetant cette poudre *pour faire enrager le voisin.* (*Bull. de pharm.*, t. VI, année 1814.)

Dans le mémoire de Knowles (1825) on trouve porté le sublimé corrosif parmi les agents conservateurs du bois; mais cet auteur ne relate aucune expérience entreprise jusqu'à cette époque sur les bois avec les sels mercuriels.

46. — Watterton (1823-1824).

Watterton avait expérimenté, en 1823, un procédé qu'il fit connaître, le 8 janvier 1824, à la Société philosophique et littéraire de Leeds (procédé décrit dans le *Technical Reposit.*, avril 1824, p. 250). Il est vrai qu'il applique ce moyen, non pas aux bois, mais aux peaux, aux diverses parties des animaux, aux insectes. Les objets destinés à être conservés sont imprégnés de sublimé corrosif dissous dans du rhum ou autre liqueur alcoolique à 22°. — Voir, au surplus, la description plus détaillée de ce procédé dans la IIIe partie de ce volume.

47. — Oxlort (1823).

« Huile de goudron traitée auparavant par le chlore gazeux. *Manipulations :* enduits répétés. » (M. Stoëckhardt.)

48. — Cox (1824).

« Mélange d'huile de poisson, de résine et de soufre. *Manipulations :* saturation par enduits ou frictions. » (Id.).

49. — Luscombe (1824).

On met ensemble :

Goudron.	1,600 litres.
Huile ou essence de goudron.	800 id.
Vieux fer rouillé.	1,000 kilos.

Ces matières sont laissées trois jours dans l'alambic, et, en chauffant, on remplace l'eau et l'huile sorties pendant la distillation du

premier jour par une égale quantité d'huile ou d'essence obtenue dans la première opération.

« Ce vernis conserve le bois, les cordages, préserve le fer de l'oxyde, rend les toiles imperméables. »

Il se formait là sans doute une combinaison des matières grasses avec l'oxyde de fer et peut-être aussi une combinaison d'acide brun avec ce même oxyde.

50. — Bill (1824).

Bill entreprit, avec le concours de l'amirauté anglaise, d'imprégner les bois avec du goudron minéral recommandé par Cook depuis 1812. On reconnaît que ce goudron est bien préférable au goudron de bois pour une semblable application, non-seulement parce qu'il offre plus d'économie, « mais parce que le bois qui a bouilli dans cette substance se couvre d'une couche plus épaisse. »

D'ailleurs Bill procédait, avant toute imprégnation, à la dessiccation complète des bois. (Voir Knowles, *Recherches.*)

51. — Fuchs (1825).

Fuchs, chimiste distingué de Munich, propose de rendre ininflammable le bois, en le pénétrant de verre soluble (silicate de soude) : « aussi, doit-il appliquer son procédé à la charpente du théâtre de Munich. » (*Bull. de la Soc. d'enc.*, t. XXIV, an 1825.) Ce réactif s'opposait à l'inflammation du bois, mais évidemment aussi à sa détérioration (1).

52. — Knowles (1825).

Je cite entièrement le passage suivant du mémoire de Knowles, bien qu'il contienne quelques hérésies dans les désignations scientifiques : « Voici les noms des principaux ingrédients qui ont été

[1] « J'ai lu dans son livre (*Ann. de Claudius*) que Sylla, attaquant dans l'Attique le Pirée défendu par Archélaüs, lieutenant de Mithridate, une tour en bois ayant été construite pour la défense ne put être incendiée, bien qu'elle fût enveloppée de flammes de tous côtés, parce qu'Archélaüs l'avait imprégnée d'alun, — quod ab Archelao alumine oblita fuisset. (Aulu-Gelle, *les Nuits attiques*, lib. XV.)

recommandés et en partie essayés, pour empêcher le bois de se décomposer et les champignons de croître :

Sulfate de cuivre.	Sélénite.
— fer.	Huile végétale.
— zinc.	— animale.
— chaux.	— minérale (charbon).
— magnésie.	Résines de différentes espèces.
— baryte.	Muriate de soude.
— alun.	Chaux vive.
— soude.	Colle animale.
Carbonate de soude.	Cire animale.
— potasse.	Sublimé corrosif.
— baryte.	Nitrate de potasse.
Acide sulfurique.	Marcassite, mundic.
— de goudron.	— baryte.
Sel neutre.	Tourbe.

(Know., *Recherches sur les moyens employés dans la marine anglaise pour la conservation des bois et des vaisseaux, etc., jusqu'à ce jour,* 1825.)

53. — Hancok (1825).

« L'auteur dissout la gomme élastique dans l'essence de térébenthine..... L'enduit pour recouvrir le bois se compose d'une dissolution de une livre et demie de caoutchouc dans trois livres d'huile essentielle, à laquelle on ajoute huit à neuf livres de goudron. On se sert du même enduit pour les cordages et les grosses toiles, mais alors la proportion de goudron n'est que de six à sept livres. » (*Repertory of arts,* may 1825.)

54. — Langton (1826).

« Extraction par le vide de l'air du bois chauffé. » (M. Stoëckh.)

« En octobre 1828, M. Langton proposa deux moyens d'empêcher les bois verts de travailler, l'un semblable à celui de M. Roguin (*Doc.,* 40 *bis*) ; l'autre en opérant un séchage prompt par la vapeur. » (Armengaud, *Génie industriel,* t. Ier.)

55. — Newmarch (1826).

« Mélange d'huile de lin, sulfate de fer, vert-de-gris, arsenic ou

alun. *Manipulations :* coction pendant trois ou quatre heures. » (M. Stoëckhardt.)

56. — Hartig (1826).

Hartig, maître particulier des eaux et forêts en Prusse, rend compte des expériences qu'il a faites à l'école vétérinaire de Berlin, en vue de préserver le bois de la pourriture. Ses expériences datent de 1820. Voici le résultat des remarques faites par cet observateur très-compétent et très-exact :

« 1° Des pieux de chêne, d'acacia et de différents bois de conifères, plantés en terre sans avoir subi aucune préparation, se sont conservés parfaitement intacts, tandis que les bois blancs traités de la même manière se sont plus ou moins altérés.

« 2° Les bois enterrés avec leur écorce se conservent mieux que ceux qui en ont été dépouillés.

« 3° Ceux dont le bout a été charbonné n'ont pas plus de durée que les autres, quoique ce moyen de conservation soit généralement recommandé.

« 4° Une ou plusieurs couches de couleur à l'huile, dont on couvre la portion de bois plantée en terre, la garantit seulement pendant peu de temps.

« 5° Les bois ne sont pas préservés de la pourriture en les plongeant préalablement dans de la saumure, de l'acide pyroligneux ou de l'huile de lin, ou en leur faisant subir d'autres préparations.

« 6° Des pieux, charbonnés à une profondeur de deux lignes ($0^m,004$) sur toute la partie qui est enterrée et même à un pied ($0^m,325$) au-dessus, et enduits ensuite de trois à quatre couches de goudron bouillant de pin ou de houille, promettent une très-longue durée; du moins ceux préparés de cette manière ont résisté à toutes les épreuves. Ce moyen est économique et facile à exécuter; il convient particulièrement pour les tuyaux de conduites en bois placés sous terre, etc..... L'emploi du goudron pour préserver le bois de l'humidité est connu depuis longtemps; mais, pour que ce moyen réussisse, il faut que le bois soit bien sec. L'auteur a donc avec raison fait précéder d'une légère carbonisation l'application de la couche de

goudron. Son procédé nous semble mériter toute confiance. » (*Bull. de la Soc. d'enc.*, t. XXV, et *Bull. des sc. techn.*, t. VIII.)

57. — Gossier (1828).

« Dissolutions salines se décomposant mutuellement et laissant dans les bois une combinaison insoluble; par exemple : A, chlorure de calcium; B, sel de Glauber, sulfate de fer ou arséniate de soude. *Manipulations :* immersion alternative dans les solutions desdits sels. » (M. Stoëckh.)

58. — Marsh (1828). *Journal de Franklin.*

En 1804, un bâtiment espagnol relâcha à Charlestown ; sa coque ayant été réparée, on reconnut que les planches avaient reçu une couche très-adhérente de ciment. Le capitaine espagnol, ayant demandé qu'il fût remplacé par une nouvelle couche, donna les indications suivantes pour sa préparation : « On prend de la chaux de la meilleure qualité et bien cuite ; on l'éteint en jetant dessus une quantité d'eau suffisante pour produire juste cet effet. Lorsqu'elle est refroidie, on la réduit en poudre et on la passe à travers un tamis fin en fils métalliques ; puis on jette cette poudre dans un baquet et on y ajoute de l'huile de poisson jusqu'à ce que, après avoir bien brassé le mélange, on l'ait amené à la consistance du mastic ordinaire des vitriers. On l'applique à l'aide d'une truelle, et dès le lendemain il était déjà devenu assez dur, quoique immergé dans l'eau ; ensuite on replaça un nouveau bordage, et par-dessus le doublage ordinaire en cuivre. On employa cinq tonneaux de chaux et soixante-trois gallons d'huile de poisson pour la totalité de la garniture. L'auteur ne doute pas que ce ciment ne puisse être utilement employé pour les travaux hydrauliques. » (*Journal de Franklin*, 1828.)

59. — Reybert (1829).

Il convient de faire séjourner le bois quelques jours dans l'eau « pour en faire sortir les matières qui donnent lieu au déjettement ou à l'introduction des vers. » Puis, on place les planches, en les séparant les unes des autres, dans une chambre où arrive la vapeur d'eau. Enfin, on fait passer ces mêmes planches au four chauffé à

30° C., laissant graduellement abaisser la température jusqu'à ce qu'elle ne marque plus que 6 degrés. Suivant Reybert, on peut se dispenser du four, en abandonnant ces planches librement à l'air pendant six mois.

60. — Carey (1829).

« Mélange de sel marin, poudre de charbon et huile animale ou végétale. — *Manipulations :* On perfore le bois, on y introduit le mélange indiqué et on bouche les trous. » (M. Stoëckhardt.)

61. — Cte de Marolles (1830).

L'auteur propose tout simplement de prolonger la durée des échalas, en les laissant préalablement séjourner au fond d'une eau vaseuse, puis dessécher. (Rapport de M. Bourriat, *Soc. d'enc.*) Du temps de Salberg, on appliquait au même usage l'eau argileuse (*Doc.* n° 12).

CHAPITRE V

(Période de 1831-1840)

Pendant cette période très-active, les améliorations les plus importantes sont produites; le travail des périodes ultérieures ne paraît apporter que des modifications ou des améliorations. — Bréant parvient à faire pénétrer profondément dans le bois le sulfate de fer, l'huile de lin, etc., sous l'influence de sa machine agissant par compression énergique, après que le vide a été opéré. — Bethell modifie l'appareil de Bréant et rend la conservation des bois tout à fait industrielle. — Le Dr Boucherie détermine l'introduction des substances conservatrices dans les bois, en utilisant la force de succion des plantes encore munies de leurs feuilles; puis, il substitue à la succion le simple déplacement de la séve par les liqueurs antiseptiques. — Moll fait pénétrer, sous forme de vapeurs, l'eupione et la créosote dans les fibres du bois. — L'injection des sels de cuivre commence à être pratiquée. — Application des sels et du chlorure de zinc. — M. le professeur Melsens, en Belgique, se livre à l'étude de l'action conservatrice exercée sur les bois par le goudron bouillant.

62. — . ..... ? ..... (1831).

Vers cette époque, on fit servir à la conservation des bois un poison tout aussi dangereux que le sublimé corrosif, je veux parler de l'acide arsénieux. Déjà l'application de la marcassite était un premier pas dans cette voie. (*Doc.*, 2,—9,—55.) Il paraît établi que les navires imprégnés d'arsenic laissent échapper et détacher des particules funestes à l'équipage, surtout lorsque la navigation s'effectue dans les pays chauds.

63. — **Robert Stevenson** (vers 1831).

Dans les procès-verbaux de la Société royale d'Édimbourg se trouvent résumées les expériences faites par Robert Stevenson au phare de Bell-Rock, dont il était ingénieur. C'est lui qui, paraît-il, signala pour la première fois, en 1810, les ravages exercés dans ces parages par les tarets attachés au bois immergé qui servait à supporter un fanal. Bois et insectes furent alors envoyés au docteur Leach, le savant naturaliste du *British Museum*, qui en découvrit le caractère. (*Encyclop. d'Édimb.*, t. VII, p. 433.)

Suivant une note publiée en 1863 par David Stevenson, Robert Stevenson a expérimenté tous les moyens qui lui paraissaient propres à préserver le bois des atteintes de ce térébrant. Établi solitairement sur Bell-Rock, comme un nouveau Siméon Stylite, il a poursuivi ses épreuves durant trente années; ce qui accuse une rare persévérance et une grande longévité.

Parmi les procédés essayés successivement par cet observateur, il faut noter l'imprégnation au bichlorure de mercure (Kyan) et au sulfate de fer (Payn); « dans le premier cas, le bois a été attaqué au bout de vingt-huit mois et a été entièrement détruit le septième mois de la cinquième année; dans le second cas, le procédé s'est montré moins efficace encore, car, attaqué dès le dixième mois, le bois s'est trouvé entièrement pourri un an plus tard. »

Des essais ont été faits aussi avec le bois injecté de créosote par le procédé Bethell; mais il n'a pas mieux résisté aux tarets, lorsqu'il se trouvait plongé dans la mer au-dessous de la ligne de flottaison. A Invergordon, le bois de pilotis pour embarcadère avait été injecté par ce moyen (créosote), en 1858, et déjà, en 1863, d'après le rapport du surveillant « les parties noircies ou créosotées sont rongées et perforées. » (Voir *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh.*)

64. — Bréant (1831).

Bréant, chimiste-manufacturier et directeur général des essais à la Monnaie de Paris, est l'auteur du premier procédé vraiment efficace de pénétration complète des bois par des liqueurs antiseptiques. Il demande, le 5 mai 1831, un brevet, tenu secret, qui ne lui fut délivré que le 14 avril 1838. (Voir Payen, *Mémoire.*) Le but que se propose l'auteur de l'invention est moins de préparer une nouvelle liqueur antiseptique que de la faire pénétrer jusqu'au cœur du bois. Le privilége qu'il réclame s'applique, dit-il, à « un procédé et des appareils propres à pénétrer le bois, dans toute son épaisseur, de substances grasses, salines, métalliques, colorantes, odorantes, etc., afin d'en prolonger indéfiniment la durée. »

L'appareil de Bréant, après différentes modifications, « se composait d'un épais cylindre vertical en fonte, à fermeture autoclave, dans lequel les pièces de bois à l'état ordinaire de siccité étaient

renfermées (*debout*), puis successivement soumises d'abord au vide imparfait que produisait la condensation de la vapeur, puis à une pression de dix atmosphères que pouvaient exercer les liquides antiseptiques refoulés par différents moyens mécaniques. » (Payen, *Mém.*) La pression pouvait être obtenue au moyen d'une presse hydraulique. Cette description très-sommaire peut suffire en ce moment; je produirai bientôt le dessin même de l'appareil, en l'accompagnant d'une légende détaillée.

En faisant intervenir successivement le vide et la compression énergique du liquide conservateur, on pourrait peut-être apercevoir quelque analogie lointaine avec la description très-laconique et insuffisante du procédé employé par Cook (*Doc.* 44), pour introduire une solution de potasse dans les bois. On pourrait dire encore que la compression seule avait été indiquée par Hales pour démontrer la densité réelle du tissu ligneux (2e partie, ch. II). Mais à quoi bon ergoter? Bréant, par cette innovation considérable, a fait entrer cette grande industrie de la conservation des bois dans une voie nouvelle. M. de Gérando pressentait l'avenir qui était réservé au procédé Bréant, dans le rapport sommaire qu'il présentait, le 28 décembre 1831, à la Société d'encouragement; il pense que le problème de la conservation des bois vient enfin d'être résolu par M. Bréant.... « L'expérience a constaté depuis longtemps que les bâtiments baleiniers n'étaient pas exposés aux accidents de la pourriture sèche (*dry-rot*).... On peut espérer qu'en pénétrant les bois de substances huileuses ou résineuses, ou de différents sels, on pourra les préserver des altérations. »

Bréant faisait usage, dans son appareil, de diverses liqueurs antiseptiques : le sulfate de fer dissous, l'huile de lin, soit isolément, soit successivement. Un mélange chauffé d'huile de lin et de résine lui a donné de bons résultats. Lacroix avait proposé l'huile siccative de lin en 1822. Mais la difficulté, vaincue par Bréant, consistait à la faire pénétrer dans le bois.

En 1834, le pont Louis-Philippe subit des réparations. Parmi les bois qui entraient dans le platelage de ce pont suspendu, on plaça quelques madriers de sapin injectés d'huile de lin par Bréant et au moyen de son appareil. Dix ans après, les bois ainsi préparés furent

trouvés intacts, tandis que les planches voisines, non injectées, étaient pourries.

Dans la séance du 27 mars 1839, M. le baron Séguier informa le conseil de la Société d'encouragement que « les planches de sapin préparées par M. Bréant et placées sur le pont Louis-Philippe, s'étaient parfaitement conservées. »

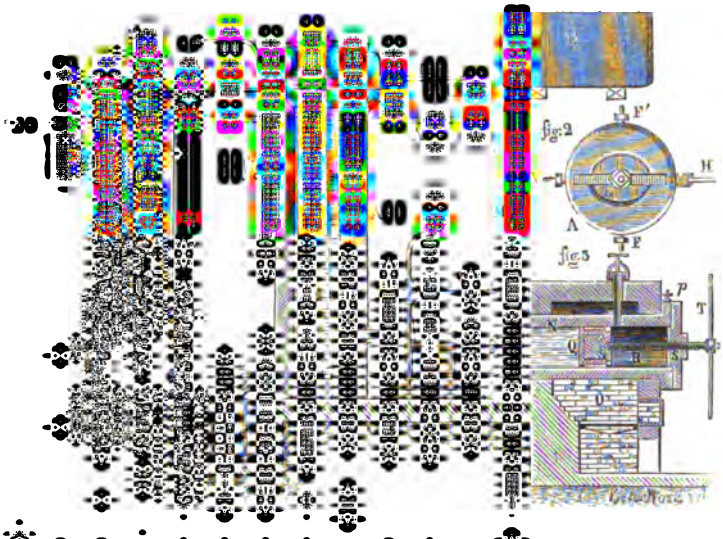
Ces faits ont été confirmés par M. Payen dans deux rapports, 30 décembre 1840 et 22 mai 1844. M. le rapporteur terminait en proposant au conseil d'accepter l'offre faite par M. Bréant, de renoncer à ses droits au brevet d'invention qu'il a pris, désirant que son procédé puisse être exploité sans entrave au profit de tous. Voir *Bull. de la Soc. d'enc.*, t. XLIV, n° de juin, 1845.

Mais « les remarquables résultats obtenus avec cet appareil étaient trop dispendieux pour réaliser les avantages que Bréant en avait espérés; son invention devint praticable en grand, lorsqu'à cette dernière époque (1838) elle fut introduite par Bethell, puis par Payn, en Angleterre, et appliquée à l'aide d'appareils réellement manufacturiers. » (Payen, *Mém.*, 1861.)

Bientôt, ces appareils de Bethell et de Payn seront examinés; mais je constate dès à présent que Bréant a été un véritable initiateur, et qu'il a appliqué à cette industrie toute récente de la conservation des bois les modifications les plus heureuses et les plus fécondes. A propos de ce procédé, lire notamment : 1° les Rapports de M. Payen insérés dans le Bulletin de la Société d'encouragement, t. XL (Rapp. du 30 décembre 1840) et t. XLIII (Rapp. du 22 mai 1844); 2° la Notice complète avec dessin, insérée dans le même recueil t. XLIV, p. 254. J'ai fait copier d'ailleurs sur ce dernier document le dessin de l'appareil de Bréant qui présente aujourd'hui un intérêt historique (le dessin ci-joint n'est qu'une réduction). Je reproduis ci-après la description textuelle qui l'accompagne. Le lecteur ne manquera pas d'observer qu'indépendamment de l'appareil principal, Bréant avait eu aussi l'idée de faire pénétrer dans le bois le goudron chauffé, en exerçant sur un piston, et au moyen d'une vis, une compression puissante.

« L'appareil se compose d'un fort cylindre en fonte de fer A, représenté en coupe verticale, fig. 1, et en plan fig. 2; il a 3^{m} 50 de

[illegible] est établi sur une ma-
[illegible] sée sous l'atelier, et
[illegible] lignes ponctuées. Les
[illegible] ylindre, qui est muni



[illegible] passant dans un cou-
[illegible] r un écrou. Cette fer-
[illegible] us le nom de fermeture

[illegible] tuyau de vidange F qui
[illegible] ation, dans un vase G
[illegible] nt avoir lieu qu'autant
[illegible] a adapté un tuyau F',
[illegible] s le haut du cylindre.
[illegible] muni et détournant un
[illegible] unication, on ouvre le

[illegible] porte une soupape de
[illegible] d'un levier mobile sur
[illegible] levier s'appuie contre
[illegible] par où s'échappe l'air,

comprimé dans l'intérieur du cylindre par le liquide qui en remplit bientôt toute la capacité.

« L'injection du liquide conservateur s'opère, comme nous l'avons dit, au moyen d'une pompe foulante I, qu'on fait manœuvrer par un levier K. Cette pompe est représentée dans la figure 1, établie au fond de l'excavation, au lieu d'être placée sur le plancher de l'atelier, où elle sera à la portée des ouvriers ; on y adapte un tuyau descendant jusqu'à la base du cylindre et qui se visse sur le tuyau *i* armé d'un robinet. La bâche J de la pompe est alimentée par un réservoir supérieur L, qui reçoit un tuyau M portant un robinet et aboutissant directement au fond du cylindre A ; en ouvrant ce robinet, le liquide descend par son propre poids et remplit l'appareil.

« M. Bréant a eu l'idée de vider le cylindre A beaucoup plus promptement que par le tuyau F, en se servant d'un soufflet de forge, ou d'une petite machine soufflante dont la tuyère est réunie avec le tuyau *m*, pourvu aussi d'un robinet. Le réservoir supérieur L étant vide, et la cheville *b* bouchant le tuyau de vidange, on ouvre d'abord le robinet du tuyau F′ pour faire rentrer l'air, puis celui du tuyau M, et on fait jouer le soufflet. L'air pénétrant avec force exerce sur le liquide une pression suffisante pour le refouler dans le récipient L.

« Lorsqu'on veut injecter dans le bois des substances qui ne se liquéfient pas à la température ordinaire, telles que des graisses, de la cire, du goudron, des résines, etc., M. Bréant propose de les chauffer dans un cylindre de fonte de fer N (fig. 3), placé sur un fourneau O ; on les y introduit par un tuyau P étant déjà liquéfiées, après avoir fait reculer le piston Q par le moyen de sa tige taraudée R passant dans un écrou S, et ouvert le robinet *p*. On ferme ensuite l'obturateur *n* du tuyau P. Quand les matières sont suffisamment chaudes, on fait avancer le piston en tournant le double levier T, après avoir ouvert le robinet du tuyau *i* qu'on réunit au tuyau *f*. Cet appareil remplace la pompe foulante.

« Les pièces de bois étant suffisamment imprégnées des substances conservatrices, on les retire et on les expose à l'air, ou on les place dans une étuve où elles acquièrent le degré de siccité convenable.

« L'air contenu dans les fibres du bois s'opposant à l'introduction des liquides, on pourrait chauffer le madrier avant de le placer dans le cylindre. Ce moyen n'a point été employé par M. Bréant; il l'indique seulement comme un perfectionnement à son procédé.

« On pourrait aussi soustraire cet air en produisant un vide partiel, à l'aide de la vapeur, dans un cylindre en tôle U (fig. 4), qu'on fait communiquer avec le cylindre A, par un tuyau V muni d'un robinet *o*. La vapeur pénètre par un tuyau X dans le cylindre U dont l'air est expulsé par un tuyau *g*. On opère le vide en condensant la vapeur par de l'eau froide amenée par un tuyau Y et tombant sur une passoire Z, qui la répand en pluie dans le cylindre, d'où elle est ensuite évacuée par le tuyau *h*. Ce moyen de faire le vide est bien connu et déjà en usage.

« M. Bréant s'est servi avec un plein succès de l'huile de lin froide; les bois qui en sont imprégnés sont dans un état de conservation parfaite..... Au surplus, M. Bréant attache moins d'importance au choix des substances propres à prévenir l'altération des bois qu'au mode de pénétration par lui imaginé et qu'il regarde comme très-efficace; un mélange d'huile de lin et de résine, chauffé, lui a donné des résultats satisfaisants, dans le cours de ses nombreuses expériences. » — Si quelques détails échappent dans ce dessin réduit, on peut se reporter à la gravure originale.

65. — ..... ? ..... (1832).

« Fumée. — Le bois est exposé pendant longtemps à la fumée du bois vert brûlant avec lenteur. » (M. Stoëckhardt.)

66. — **Starling-Benson,** *de Londres* (1832).

Starling-Benson demanda au gouvernement français (décembre 1832) un privilége pour l'exploitation exclusive d'un « procédé propre à prévenir la pourriture sèche du bois ». Il employait, comme Kyan, son compatriote, le bichlorure de mercure dans la proportion d'une livre de ce sel pour vingt litres d'eau. Les bois séjournent dans ce liquide depuis un jour, jusqu'à quatorze jours, suivant leur densité et leur volume. — Voir *Doc.* 45.

67. — ..... ? ..... (1832). — **Chevallier** (1836).

« Goudron et décoction de pétioles de tabac. — *Manipulations :* enduit ou immersion. » (M. Stœckhardt.)

68. — *Usine de Chemnitz (Saxe)*, 1833.

Il résulte d'un article publié par le *Technologiste*, en 1843 (t. IV p. 499), que le goudron était reconnu comme l'un des meilleurs agents de conservation du bois ; mais que, ce produit étant rare et cher en Allemagne à cette époque, on se bornait à enduire le bois d'une couche d'acide sulfurique concentré. A Chemnitz, on se servait avec succès depuis plus de *dix ans* de cet enduit pour pilotis de ponts, etc. « Il se forme une combinaison entre lui et la fibre ligneuse qui.... prévient la pourriture provenant du développement à l'intérieur du bois des végétations cryptogamiques, etc. »

Il y aurait trop à dire sur l'imperfection de ce moyen, l'acide sulfurique dissolvant et transformant en acides bruns la fibre ligneuse. (Voy. chap. II.)

69. — ..... ? ..... (1833).

« Solution de résine dans l'huile de poisson. — *Manipulations :* enduits et frictions répétés. » (M. Stœckhardt). Voir *Doc.* 48.

70. — ..... ? ..... (1833).

« Solution de caoutchouc dans huiles grasses. — *Manipulations :* enduits et frictions répétés. » (Id.).

70bis. — **Gonëzon** (1833).

L'enduit qui doit recouvrir le bois est composé de briques recuites, pulvérisées, tamisées, auxquelles on ajoute de la chaux vive qu'on éteint dans cette poudre. Puis, on y mêle de la bourre de veau dans les proportions nécessaires pour donner un corps bien lié. Ce mélange appliqué sur le bois forme une couche d'environ six lignes à un pouce (0^m027), laquelle est bien lissée à la truelle. On verse ensuite de l'huile de lin bouillante sur cet

enduit échauffé par le soleil ou autrement. On fait couler sur lui le liquide suivant bouilli pendant trois heures :

Huile de lin.	14. . . .	livres.
Litharge..	1. . . .	id.
Résine..	1/2	id.
Goudron liquide.	4. . . .	id.

On met deux couches de ce liquide bien chaud sur l'endroit échauffé. (Voy. *Rec. ind.*, mai 1833.)

71. — *Recueil industriel* (août 1833).

« Emploi de l'acide pyroligneux pour la conservation des bois.

« Dans un hangar construit en briques ou en planches, mais qu'on puisse hermétiquement fermer, on place les différentes pièces de bois qui doivent servir à la construction d'un vaisseau, membrures, bordages, etc. Après qu'elles ont été réduites à la forme et aux dimensions qu'elles doivent avoir, on empile ces pièces les unes sur les autres, mais avec l'attention de les séparer toutes au moyen de dés ou de cales sur lesquels on les pose. On établit un poêle en dehors du hangar qu'on a soin de bien fermer; on entretient le feu pendant une semaine entière, de manière que le hangar soit constamment rempli de fumée. L'acide pyroligneux attaque de toutes parts les pièces de bois qui l'absorbent en partie et s'en saturent; leur surface se couvre d'un enduit gommo-résineux; le bois prend du retrait et se trouve prêt à être employé. » (*Rec. ind.*, 1833, et *Ann. des découv. et invent.*, t. XXV, p. 356; voy. *Doc.* 19, — 25.)

72. — **Strutzki,** *et la Société d'encouragement de Berlin* (1834).

« Solution de sulfate de fer. — *Manipulations :* enduits répétés ou introduction du bois dans des couches de pyrites de fer. » (M. Stoëckhardt. Voy. *Doc.* 4,—8,—9,—15, etc.)

73. — **Brunel,** *ingénieur à Londres* (1835)

.... « Il y a un moyen facile de préparer le bois de manière à obtenir cette adhérence (*du bois contre le ciment*); il consiste à enduire le bois d'une couche de goudron minéral qui le rend incorruptible; on le saupoudre de poussière de briques, et il est alors susceptible d'une adhérence extrêmement forte avec le ciment. »

Le but d'ailleurs de cette note, insérée dans le *Bull. de la Soc. d'enc.*, n'est pas tant de constater les propriétés préservatrices du goudron que de signaler le moyen de rendre le bois goudronné adhérent aux briques, dans les constructions hydrauliques.

74. — Monteith (1835).

Immersion dans l'eau de chaux. (M. Stoëckhardt.) Revoir notamment *Doc.* 16, — 29.

75. — Moll (1835).

Voici encore l'un de ces procédés peu nombreux qui marquent dans l'histoire de la science industrielle. Moll applique à la conservation des bois les vapeurs dégagées des matières goudronneuses chauffées. Ce moyen avait sans doute quelque analogie avec les essais tentés par M. Mackonochie. *Doc.* 19; par Lukin, n° 25; par Prechtl, n° 41.

Mais, de même qu'on ne saurait contester à Bréant le mérite d'avoir été l'initiateur pratique des procédés de pénétration et d'injection des liquides conservateurs, en usant de puissants moyens mécaniques, de même aussi on doit reconnaître que Moll a rendu vraiment industrielle l'application des vapeurs goudronneuses à la conservation des bois.

La description de ce procédé, insérée d'abord dans le *Repertory of patent invention* de décembre 1836, se trouve traduite dans le *Bull. de la Soc. d'encouragement* dont j'extrais les passages suivants (t. XXXVIII, p. 36):

« Moll a pris, le 19 janvier 1835, une patente en Angleterre pour ce nouveau procédé de conservation du bois, auquel il attribue divers avantages et qui est principalement fondé sur l'emploi, sous forme de vapeurs, de deux substances provenant de la distillation du goudron de houille, et connues sous les noms d'eupione et de créosote[1].

« *Préparation de l'eupione et de la créosote.* — On emplit aux deux tiers de goudron de houille une cornue semblable à celles em-

[1] Le Dr Reichenbach venait de faire, en 1832, une étude spéciale de l'eupione et de la paraffine (*Ann. de chim. et de phys.*, mai 1832). La *créosote*, découverte par le même auteur, 1833.

ployées pour la distillation de la houille. On place cette cornue sur un feu dont on augmente graduellement l'intensité; les vapeurs qui se dégagent du goudron passent dans un réfrigérant et se condensent en un liquide nommé *eupione*, qui n'est pas parfaitement pur, mais suffisant pour l'objet que l'auteur a en vue. Le papier de tournesol y démontre la présence d'un acide qu'on neutralise par des lavages dans de l'eau de chaux; puis, on distille de nouveau pour faire disparaître l'odeur désagréable qu'affecte cette substance.

« Pour obtenir la *créosote*, on chauffe à une haute température le goudron de houille resté dans la cornue; les vapeurs qui passent sont condensées et le liquide est épuré par un lavage à l'eau de chaux, comme on l'a fait pour l'eupione.

« *Préparation du bois.* — Le bois qui doit subir l'action des substances ci-dessus est placé debout, dans une capacité hermétiquement fermée, en fer ou autre métal convenable; les pièces seront isolées, afin que la vapeur puisse les pénétrer de toutes parts. Cette chambre, tenue constamment chaude pour que l'eupione et la créosote s'y conservent à l'état de vapeur, est munie d'un tuyau conduisant à un condensateur, et par lequel s'échappe cette vapeur, dans le cas où elle aurait acquis une trop forte tension; une soupape attachée à ce tuyau est gouvernée à la main.

« Supposons qu'on ait à préparer des pièces de charpente d'un fort échantillon : on les placera debout dans le récipient, dans lequel on introduira de la vapeur d'eau chauffée à 90° ou 100° Farenheit (32° à 38° C.); cette température, nécessaire à dilater les pores du bois et à les rendre aptes à mieux se pénétrer des vapeurs d'eupione et de créosote, est successivement élevée jusqu'au point de conserver ces vapeurs dans l'intérieur. Les choses en cet état, et l'eau de végétation dégagée du bois par l'effet de la vapeur d'eau étant écoulée, on fait arriver les vapeurs d'eupione par un tuyau communiquant directement avec la cornue et divisé en plusieurs branches; ces vapeurs pénètrent profondément dans le bois; lorsqu'elles sont en grande partie absorbées, ou qu'elles ont passé dans le condensateur, on introduit les vapeurs de créosote qui, par leur affinité avec les premières, produisent l'effet désiré. Cette introduction est continuée pendant quelque temps et, pour rendre le succès de l'opéra-

tion plus complet, on remplit le récipient de créosote liquide de manière que le bois s'y baigne entièrement.... »

Moll prétend qu'il vaut mieux recourir à cette pénétration successive d'eupione, puis de créosote, que de faire arriver ces deux vapeurs en même temps. Il ne faut pas trop scruter la pureté de ces produits, ni l'exactitude de ces dénominations; il suffit de dire que les vapeurs légères devaient précéder, suivant Moll, les vapeurs plus lourdes. Il est même à présumer que, dans la pratique, on confondait en une seule opération les deux opérations ci-dessus indiquées. « Moll est parvenu à prolonger la durée des bois, en les exposant dans un espace clos à la vapeur de la créosote, matière huileuse extraite du goudron de bois (Reichenbach) et considérée, en raison de ses énergiques propriétés antiseptiques, comme le principe qui assure la conservation des diverses viandes fumées. » (Payen, *Mémoire.*)

Ne fait-on pas erreur en attribuant au goudron de bois une action que Moll retirait du goudron de houille ?

76. — Payen (?) (1835).

« Solution de résine dans l'essence de térébenthine. *Manipulations :* frottement dans la solution chaude. » (M. Stoëckhardt.)

Ce procédé, — anonyme dans le tableau sommaire de M. Stoëckhard, — paraît avoir pour auteur M. Payen (?). J'emprunte, en effet, à ce dernier le passage suivant : « En employant le même moyen (moyen du Bon Champy, *Doc.* 28), j'ai pu introduire dans le tissu ligneux du peuplier humide encore une bien plus forte proportion de résine, dont *la liquéfaction était facilitée par quelques centièmes de térébenthine.* Le petit bloc cubique (de bois), ayant dix centimètres de côté, absorba, sous l'influence de la pression atmosphérique, au moment de la condensation de la vapeur d'eau, une telle quantité de liquide résineux, qu'il était devenu plus lourd que l'eau, tandis qu'un semblable cube de bois normal surnageait de plus de moitié de son volume. Le poids de la résine absorbée, vérifié en la dissolvant dans l'alcool, était égal aux 0,6 du poids total. Or, en tenant compte du poids spécifique réel de la résine et de celui du tissu ligneux, on pouvait constater que dans l'ensemble du volume la résine occupait les 0,7 et le bois les 0,3, ce qui s'accordait encore avec la densité apparente de ce

bois simplement desséché, densité égale à 450, l'eau pesant 1,000. » (Payen, *Mém.* [1].)

77. — Bronner (1836).

Bronner, en décrivant le moyen « de préserver les bois de construction ou autres de la carie sèche ou de toute autre pourriture », rappelle d'abord l'emploi fait par Kyan du bichlorure de mercure qui ne pénètre pas profondément dans le bois; il déclare que sa méthode brevetée est exempte des inconvénients reprochés à celle de Kyan.

L'auteur donne de longs détails sur les moyens qu'il emploie pour distiller le goudron et en extraire ainsi deux huiles : la première huile volatile, dont la densité ne dépasse pas celle de l'eau, est riche en eupione, et il lui laisse ce nom; l'huile qui distille ensuite, plus dense que l'eau, contient surtout de la créosote : ces deux huiles, mises à part, constituent 0,5 à 0,6 de la masse de goudron employée. Il ne reste plus dans la cornue distillatoire que 0,5 ou 0,4 d'une matière aussi dense que la poix. Bronner ajoute :

« *Traitement :* je place le bois à traiter dans une chambre ou coffre de fer, ou d'autre substance propre à recevoir et à retenir jusqu'à un certain point des vapeurs pénétrantes. A quelques pouces de distance du fond de la chambre, je pose une grille ou autre appareil propre à recevoir le bois et à le maintenir à la hauteur convenable et préférablement dans la position verticale. Je chauffe la chambre lentement par un moyen quelconque, afin d'amener le bois par degrés à une température convenable pour le traitement qu'il doit subir. Ce chauffage doit être assez modéré pour ne pas détériorer

[1] Payen indique aussi le moyen suivant qui permet d'appliquer la résine à la conservation : « M. Chemallé rend très-durables les pièces qu'il importe le plus de conserver, — les chevilles des charpentes et les coins des railways, — en soumettant les objets à des injections successives de vapeur qui fait le vide et de résine liquéfiée à chaud dans l'huile ou le goudron de houille; ces injections ont lieu dans un appareil analogue à celui de Bréant; les pièces sont ensuite fortement comprimées, de façon à réduire de 0,2 le volume, dans des moules en fonte, sortes de filières en entonnoir au nombre de 10 dans lesquelles un nombre égal de chevilles sont introduites et forcées par des têtes de cylindres pleins en fer; un mouvement en sens contraire, produit à l'instant par l'effet d'un excentrique, introduit dans le bout opposé des filières autant de tiges qui repoussent les chevilles comprimées; celles-ci tombent et font place à d'autres. » (Payen, *Préc. de ch.*, t. II, p. 93, 5e édit.)

le bois, en le faisant fendre, et doit varier en intensité en raison des diverses natures de bois sur lesquelles on opère.

« Ces préparations ainsi faites, je verse l'eupione dans la cornue, j'allume le feu et je dirige les vapeurs qui se dégagent dans des tuyaux perforés et placés entre le fond de la chambre et la grille. Ces vapeurs remplissent bientôt la chambre, si celle-ci a été chauffée au point de les égaler en température. Ce bain de vapeurs ayant duré en proportion de la nature du bois, celui-ci se trouvera assez pénétré pour recevoir de la même manière les vapeurs de créosote auxquelles l'eupione condensé dans les cellules du bois servira de conducteur. Quand on voudra saturer complétement le bois, on devra immédiatement avec le second bain remplir la chambre de créosote portée au degré de chaleur convenable.

« On conçoit que la chambre dans laquelle ces opérations sont faites doit avoir un tuyau de décharge par où puissent s'échapper les vapeurs non condensées, après avoir toutefois subi une certaine pression naturelle au procédé; et si la qualité du bois l'exige, *une soupape de sûreté préviendra les accidents qui pourraient résulter d'une pression additionnelle que l'on serait dans le cas d'appliquer.*

« Les vapeurs qui s'échappent de la chambre peuvent être recueillies, etc. »

Voir *Doc.* n° 75. Remarquer ici la *pression additionnelle* qu'on pourrait faire subir aux vapeurs goudronneuses.

78. — Dr Granville (1837).

Immersion des bois dans les eaux salées des sauneries. (M. Stoëckhardt.) — « En voyant ces bois (boisages de mines de sel) dans un état aussi complet de conservation, le Dr Granville dit qu'ils étaient préférables à ceux qu'on prépare à l'aide de l'immersion dans une solution de bichlorure de mercure, suivant la méthode de Kyan (Payen, *Mém.*, 1861). » Revoir *Doc.* n° 11, etc.

79. — Letellier (1837).

« Préservation des substances végétales par le sublimé corrosif. » M. Letellier rend compte de quelques expériences qu'il a faites à

ce sujet. Il dit que, le sublimé corrosif conservant les matières animales, on pouvait prévoir, malgré les différences, que ce sel conserverait les matières végétales. L'auteur pense que les bois imbibés de sublimé, puis séchés, abandonnent à l'eau tout le sel métallique dont ils avaient été chargés. C'est pourquoi il veut former dans le bois même un composé insoluble et imputrescible, en immergeant d'abord le bois dans le sublimé corrosif, séchant ensuite, et le plongeant enfin dans une solution chaude de gélatine (1 partie de gélatine et 8 parties d'eau). « Par ce moyen, tout le sel est décomposé, dit M. Letellier; et si, plus tard, on expose à une longue macération dans l'eau le corps ainsi préparé, cette eau, quoique fortement colorée par l'excès de gélatine, ne donne pas de traces de sel mercuriel par l'ammoniaque. » (*Compt. rend. de l'Ac.*, 3 juillet 1837 et 1er décembre 1845.)

Ultérieurement, « M. Letellier soumet deux procédés pour la conservation des bois. » Je ne trouve que cette indication sommaire, sans autre renseignement, au t. XXII, p. 41, des *Comptes rend.*, 1846.

80. — Flocton (1837).

« Immersion dans l'essence de goudron et le pyrolignite de fer. » (M. Stoëckhardt.)

81. — Gotthill (1837).

« Solutions résineuses, par exemple : goudron et essence de térébenthine avec addition de sel marin. *Manipulations :* immersion de une à deux heures dans la solution chauffée de 108° à 163° R., avec ou sans application de la pression ou du vide. » (St.)

82. — *Société d'Annabert* (1837).

« Verre soluble et acide chlorhydrique. *Manipulations :* le bois est immergé, pendant trente jours, dans le verre soluble, puis introduit dans l'eau aiguisée d'acide chlorhydrique, lavé, séché et frotté d'huile. » (St.)

Le but principal de cette préparation est de remplir les parties vides du bois par un dépôt de silice.

83. — **Dr Auguste Boucherie,** *à Bordeaux* (1837).

Voici une coïncidence remarquable qui doit être notée : c'est à Bordeaux, en 1733, que de la Baisse présenta à l'académie de cette ville le premier mémoire relatif à la circulation de la séve et des liquides colorés dans les plantes (chap. IIe, partie IIe); et c'est à Bordeaux, à un siècle de distance, en 1837, que le Dr Boucherie résolut le problème industriel de la pénétration des liquides conservateurs dans les bois, en profitant de la succion vitale exercée par les végétaux.

Le Dr A. Boucherie révéla, au mois de décembre 1837, un procédé « de pénétration intra-vasculaire des bois par diverses substances ». Je vais surtout reproduire les indications fournies par ce premier document, me bornant ensuite à analyser les diverses additions ajoutées par l'auteur. Il est utile d'entrer dans quelques développements. Cette heureuse application a rendu et rend encore à l'industrie des services signalés. Il ressort du Document principal de 1837, que « la pénétration s'obtient en mettant en jeu une force immense et naturelle, la force d'aspiration par les feuilles, qui préside à la circulation des végétaux et détermine le transport rapide de la séve de la base au sommet des plus grands arbres.

« Pour l'appliquer à la pénétration des substances vénéneuses, odorantes, hydrofuges et colorantes, il faut couper l'arbre aux époques où la circulation est la plus active, et le plonger par son extrémité inférieure, avec tout ou partie de son feuillage, dans des vases contenant ces diverses matières dissoutes dans la liqueur qui convient le mieux à leur solution.

« Malgré cette amputation, la circulation se continue pendant quinze jours au moins, et introduit dans tous les points du corps du bois les matières qu'on a désiré y faire pénétrer.

« En suivant ce mode de procéder, j'ai pu introduire dans tous les points et jusqu'au centre de la tige d'arbres de fort équarrissage et de noms divers, *parmi les poisons :* les sulfates de cuivre, de fer, de zinc ; les acétates de cuivre, de fer, de zinc ; le deutochlorure de mercure : l'acide arsénieux et l'arsénite de po-

tasse..., etc.; quelques-uns ont pu être introduits successivement; *parmi les odeurs*: le camphre et les huiles essentielles de citron, de bergamote, d'oranges, de lavande et de romarin...; *parmi les matières colorantes:* le sulfate neutre d'indigo, une solution aqueuse chargée du principe colorant du bois jaune; *parmi les substances résineuses:* l'essence de térébenthine pure ou tenant en dissolution de grandes quantités de gallipot.

« Parmi les poisons, je donne la préférence à un mélange de pyrolignite de fer, ou de cuivre, ou de zinc et de deutochlorure de mercure, dans la proportion de 2/3 de l'un des trois premiers corps, et de 1/3 du second; et j'emploie leur solution entre 5° et 10° Baumé [1].

« Je n'ai pas à indiquer, ainsi qu'on le conçoit, le choix qu'on doit faire parmi les substances odorantes, hydrofuges ou colorantes. Le bas prix des matières et le goût des consommateurs peuvent seuls fixer sur ce point.

« Afin d'économiser la quantité de substances à introduire et n'employer, autant que possible, que celle qui est réellement utile, j'équarris le bois avant de le plonger, et je ne conserve, pour produire l'aspiration, qu'une seule branche vigoureuse qui prend son origine le plus près possible au-dessus du point où se termine la portion de la tige propre aux constructions. »

Au mois de septembre 1838, l'auteur constate que l'ascension du liquide s'effectue, lors même qu'on a fait disparaître le bouquet terminal des feuilles. Il donne la préférence au pyrolignite de fer, brut, à 12°, pour les bois très-altérables.

Au mois de juin 1840, il déclare que la pénétration peut être opérée sur des arbres vivants et en pied, en mettant le liquide en communication avec le tissu vasculaire ligneux, au moyen d'une cavité percée vers la base de sa tige. L'appareil nécessaire pour produire ce résultat est très-simple: il se compose d'un réservoir

[1] C'est le pyrolignite de fer qui a servi d'abord aux nombreux essais d'injection pratiqués par le Dr Boucherie. Cette substance est un antiseptique excellent, mais l'excès d'acide attaque et désagrége la fibre ligneuse. Dans la séance de l'Académie (8 juin 1840), Arago montre à l'assemblée une colonne de bois imprégnée de pyrolignite de fer par M. Boucherie; c'est le principal sel qu'il applique au début. (Voir Rapport de M. Dumas, 30 nov. 1840; Mémoire du Dr Boucherie, séance acad. du 27 avril 1840; Dumas, *Chim*, t. VI, p. 57.)

en tôle, qu'une chaîne, placée dans les anses dont il est armé, permet de fixer solidement au corps même de l'arbre; un tube placé à la partie inférieure de ce réservoir et terminé par une rondelle percée de trous, met cet appareil en communication avec la cavité creusée dans l'arbre et lui fournit continuellement la liqueur. Cette liqueur conservatrice peut être un mélange d'eaux-mères des marais salants avec le pyrolignite de fer.

A ces explications, j'ajoute quelques renseignements utiles fournis par M. Payen et par M. Jousselin; ce dernier s'exprime très-clairement ainsi : .... « Son procédé est un des plus ingénieux et des plus simples qui aient été imaginés. Le Dr Boucherie, dont les travaux ont reçu de l'Acad. des sciences la plus flatteuse approbation, avait étudié d'abord en physiologiste, en opérant sur des arbres sur pied encore couverts de leurs feuilles; il avait pratiqué une incision circulaire autour du tronc, avait recouvert cette incision d'une espèce de manchon qu'il avait rendu étanche en fixant ses bords sur l'arbre au moyen d'une infinité de petits clous. Puis, il mettait en communication la cavité formée par ce manchon avec un tonneau plein d'un liquide colorant; par l'effet de l'aspiration vitale, le liquide pénétrait dans l'incision et était entraîné avec la séve dans toutes les parties de l'arbre, même jusque dans les branches.....

« M. Boucherie rendit lui-même le procédé industriel, en opérant sur des arbres abattus. Dans les premiers temps, il plaçait simplement le tronc verticalement dans une cuve en bois; il avait entouré sa partie supérieure d'une enveloppe imperméable formant vase, qu'il remplissait de liquide. Ce liquide, traversant toute la pièce, était reçu dans la cuve inférieure. Il plaçait aussi le bois dans une position horizontale. A un bout de la pièce était adapté un sac imperméable communiquant par un tube avec un tonneau plein de liquide... M. Boucherie a perfectionné depuis son procédé; la pièce était posée horizontalement; il faisait au milieu de sa longueur un trait de scie pénétrant jusqu'aux neuf dixièmes de la pièce de bois; il faisait bâiller l'entaille en soutenant la bille par une cale placée en dessous; il en garnissait les bords avec une corde goudronnée; en retirant la cale, l'entaille se refermait et la corde goudronnée était fortement comprimée. Alors, il perçait un trou oblique avec la tarière, allant

jusqu'au trait de scie et faisait pénétrer, au moyen d'un tube, jusque dans l'entaille, un liquide antiseptique dont le réservoir était placé à 10 mètres d'élévation. Ce liquide, s'épanchant des deux côtés de l'entaille, et retenu dans l'intérieur du bois par la corde comprimée, venait s'écouler par les bouts de la pièce. »

Lorsqu'il n'y avait qu'un seul billot de bois, entier, non scindé en deux parties, on plaçait une calotte à l'une des extrémités. Cette calotte est en bois, retenue contre le billot par deux griffes en fer qui s'insèrent dans le billot même, aux extrémités d'une ligne diamétrale. Entre la calotte et l'arbre, on place une corde molle en étoupe pour qu'il reste un espace suffisant au liquide injecteur qui doit arriver dans la cavité ainsi préparée. Mais, avant tout, on serre contre le billot et sur l'étoupe la calotte en bois, au moyen de vis de rappel qui sont le prolongement des deux griffes. La robignolle pénètre, comme dans l'exemple précédent, dans l'espace ou la chambre destiné au liquide conservateur.

Pour que cette opération ait toute son efficacité, il convient que l'écorce soit adhérente au billot et surtout que le bois soit récèmment abattu.

Voilà donc les dispositions très-simples qui furent d'abord adoptées pour permettre à la force vitale d'opérer la succion; voilà aussi la pression (réservoir de 10 mètres de hauteur) qui accélère l'imbibition des liquides conservateurs. Quels sont ces liquides?

.... « M. Boucherie a employé plusieurs agents antiseptiques, entre autres l'acide pyroligneux et le pyrolignite de fer. Ces substances n'ont pas répondu aux espérances que M. Boucherie avait fondées sur elles, et qu'il avait mentionnées dans son Mémoire sur la conservation des bois. Ces substances sont trop acides, elles attaquent la fibre ligneuse; en outre, il est à craindre qu'elles ne ravagent les fers avec lesquels on assemble les pièces de bois, de sorte qu'on a renoncé à l'emploi de l'acide pyroligneux [1] et du pyrolignite de fer. La quantité de liquide injecté dans 1 mètre cube de bois par ce procédé est d'environ 360 litres. M. Boucherie a employé avec succès, dans la préparation des traverses, le sulfate de cuivre. Le prix de la prépa-

[1] Voy. ci-devant, p. 186, *Doc.* 36.

ration d'une traverse était de 0 fr. 90. M. Boucherie en a fourni 60,000 à la Compagnie du Nord, qui en a été très-satisfaite. » (M. Jousselin.)

Puis, M. Payen (*Mém.*) :

.... « Cependant, le premier mode d'injection à l'aide de l'aspiration vitale, ainsi que les agents de conservation (le pyrolignite de fer et le chlorure de calcium) auxquels l'inventeur donnait alors la préférence, ont été abandonnés et remplacés par les dispositions nouvelles que M. Boucherie adopta en 1846, et l'emploi du sulfate de cuivre dont les effets préservateurs, pendant une période de sept ans, furent authentiquement constatés, en 1850, sous la direction d'une commission, — composée de MM. Avril, Didion et Mary, ingénieurs. » (*Ann. des Ponts et Chaussées*, mars et avril 1850.)

Dans ses premières tentatives, l'auteur mettait donc en jeu la *force immense et naturelle* de la succion végétale ; puis, il en vint à la filtration par déplacement de la séve. M. Payen s'exprime ainsi à ce sujet dans une note envoyée par lui à l'Académie des sciences le 8 mars 1841 : « Je les poursuivais encore (les expériences), lorsque j'eus connaissance du beau travail de M. Boucherie dont je m'efforçai dès lors de populariser l'ingénieux procédé, en lui faisant subir quelques modifications dont il me paraissait avoir encore besoin pour être introduit dans la pratique... J'essayai d'opérer une filtration ou déplacement des sucs naturels à l'aide de la pression de 1 ou 2 mètres du liquide à infiltrer ; une disposition très-simple me permit d'opérer en laissant les arbres étendus sur le sol ou posés sur des chantiers. La filtration au travers des parties perméables des couches ligneuses me parut, toutes choses égales d'ailleurs, aussi facile un mois après l'abattage, en saison ordinaire, que pendant l'afflux de la séve[1]. »

Ces premières explications sur l'origine du procédé étant fournies, il convient d'approfondir davantage cette étude et de dire que, en 1840, M. A. Boucherie manifestait, sur la conservation des bois, des idées ou des méthodes qu'il rectifia ensuite. Ainsi, il préconisait au début : 1° l'abattage des bois pendant la période de la séve ; 2° l'usage du

[1] *Compt. rend. de l'Ac.*, t. XII, p. 445, et *Bull. de la Soc. d'enc.*, t. XL, p. 130.

pyrolignite de fer, des eaux-mères des marais salants, etc. « Ordinairement on coupe les bois en hiver, dans l'idée qu'ayant alors moins de séve, ils se dessécheront plus vite et plus complétement. M. Boucherie considère cette pratique comme vicieuse. » (*Mém. sur la conservation des bois*, *Compt. rend. de l'Acad.*, 27 avril 1840.)

La savante Commission académique, chargée de faire un rapport sur les moyens de conservation qui lui étaient soumis par M. Boucherie, donna son entière approbation, sans restriction aucune (30 novembre 1840).

Cependant, n'aurait-on pu prévoir dès lors, en s'aidant des expériences signalées depuis 1825 par Knowles, les fâcheux effets de l'acide pyroligneux ou du pyrolignite de fer toujours acide? La Commission pensait que la préparation de la liqueur antiseptique était complète et parfaite, lorsqu'on avait mis de l'acide pyroligneux sur de la ferraille qui se dissolvait dans l'acide. Approbation complète aussi donnée par la même Commission à la *succion vitale*, abandonnée bientôt néanmoins par l'auteur même du procédé qui créait des moyens plus industriels. Quelques années seulement avaient passé sur ce rapport approbatif, que déjà liqueur conservatrice et moyen d'injection paraissaient délaissés. En effet, dans un document officiel (brevet demandé le 8 juillet 1840, et délivré le 10 juin 1841), l'auteur fit consacrer à son profit un privilége pour un moyen de déterminer le déplacement de la séve, en adaptant exactement à l'extrémité supérieure d'une bille de bois vert, maintenue verticale, un sac en toile imperméable faisant fonction de réservoir dans lequel on verse la matière choisie par l'opérateur pour produire un des résultats indiqués. Le travail est terminé lorsqu'on peut recueillir par l'extrémité inférieure une liqueur presque identique avec celle qu'on a versée dans le réservoir. Cette description, qui se trouve presque textuellement reproduite dans une note adressée par M. Boucherie à l'Académie des sciences (15 fév. 1841), démontre que si le persévérant auteur de ces moyens de pénétration des bois avait primitivement utilisé l'*aspiration vitale*, il avait eu plus tard recours à la libre pression exercée par le liquide antiseptique lui-même. Pourquoi donc le premier procédé, loué par l'Académie, était-il abandonné ainsi? « Il ne peut-être exécuté que dans le temps de la séve

et, outre que ce temps est limité à quelques mois de l'année, l'abattage des bois à cette époque contrarie toutes les pratiques établies dans l'intérêt de l'économie forestière »..... C'est M. Boucherie lui-même qui s'exprime de la sorte, redressant et modifiant ses premières tentatives. (*Compt. rend. de l'Ac.*, t. XII, p. 337, fév. 1841.)

A la succion vitale succède donc la pression directe du liquide préservateur, et, enfin, la pression plus intense exercée par une colonne de ce même liquide que M. Payen porte à 2 mètres seulement, et que M. Boucherie a élevée même jusqu'à 10 et 12 mètres.

A propos de ces derniers modes de pénétration, et à la suite de la comunication faite à l'Académie des sciences par M. Boucherie (15 février 1841), le savant académicien Biot transmit à l'Institut (22 février 1841) une note très-remarquable dans laquelle il rapelle: 1° les anciens travaux de De la Baisse et de Hales, lesquels avaient démontré que les végétaux exerçaient une succion vitale à l'égard de la séve et des liquides étrangers; 2° les expériences faites par M. Biot lui-même, dès 1833-1834, lesquelles avaient établi que le tissu ligneux se laissait traverser par divers liquides, par voie de filtration : « Ce qui me paraît propre à M. Boucherie, c'est d'avoir songé à utiliser le principe reconnu de ces faits, pour porter, dans l'intérieur des tiges ligneuses, des agents chimiques qui leur donnassent artificiellement des qualités spécialement utiles; qui pussent modifier leur dureté, leur élasticité..... Il a fallu beaucoup d'essais judicieusement conduits pour découvrir des liquides dont la nature fût telle qu'en produisant les effets chimiques ou physiques désirés, ils n'altérassent pas cependant les tissus des canaux naturels..... C'est là une belle application. »

Ce jugement du savant physicien demeure juste et vrai; M. Boucherie lui-même a déclaré : « Lorsque je fis les premiers essais de mon procédé, je ne connaissais aucun travail dirigé dans ce sens ; j'ai su, depuis, que des expériences avaient été faites anciennement sur des végétaux herbacés et sur de jeunes branches..... Personne, avant moi, n'avait eu l'idée de s'emparer de la force vitale des végétaux pour en faire une force industrielle....» (Acad., séance du 27 avril 1840.) Ce brevet de quinze ans, délivré à M. Boucherie le 10 juin 1841, a eu une telle importance que, par une très-rare exception,

intervint une loi (9 juin 1856) qui prorogea pour cinq ans la durée du brevet, lequel a eu par conséquent une durée totale et exceptionnelle de vingt années.

Le lecteur vient de parcourir avec moi les degrés franchis successivement par l'inventeur de ces remarquables moyens de conservation. L'application qui lui a fait le plus d'honneur, c'est l'utilisation de la succion vitale qui n'a jamais été industriellement et largement utilisée. L'amélioration moins éclatante, mais qui a été plus utile, est celle qui consiste à injecter dans les bois récemment abattus le liquide conservateur, profitant de la pression exercée par une simple différence de niveau.

En ce qui concerne les liquides conservateurs eux-mêmes, l'auteur, après avoir indiqué divers sels et appliqué spécialement le pyrolignite de fer, a fini par employer surtout le sulfate de cuivre dont il a eu le mérite de montrer l'énergique efficacité. Il paraît résulter d'observations récentes que cette solution de sel de cuivre, lorsqu'elle est mêlée à une trop grande quantité de séve, n'assure plus au bois injecté une durée égale à celle que détermine une solution pure de ce sel. Lire à ce sujet les observations et les analyses publiées, en 1861, par M. Petitjean (*Document* n° 162).

Indépendamment de ces procédés principaux pratiqués par le Dr Boucherie, je trouve quelques autres documents postérieurs, notamment : un brevet du 19 juin 1850, et un autre brevet du 31 octobre 1854, délivrés au nom de M. Boucherie.

Sans entrer ici dans le détail de ces dernières descriptions, il me suffit d'en signaler les sources et de dire seulement quelques mots de celle qui porte la date d'octobre 1854.

L'auteur introduit successivement dans le bois deux solutions de sulfate de cuivre inégalement concentrées, la liqueur la moins dense arrivant la dernière. Puis, les bois, qui peuvent être d'ailleurs pelés, fendus ou équarris, sont placés dans des caisses dont le fond est incliné. La bille de bois, inclinée elle-même, s'élève par une de ses extrémités presque jusqu'au rebord supérieur de ces caisses, afin de faciliter l'échappement de l'air contenu dans les canaux du bois; et, enfin, — si j'ai bien compris le dessin, — l'extrémité inférieure de la bille reçoit un calottage qui permet au

liquide conservateur, placé dans un réservoir élevé, de pénétrer dans la bille, pendant que l'extrémité supérieure de cette même bille reçoit un autre calottage traversé par un tube dans lequel, au moyen de l'eau, on a opéré le vide barométrique. Voir au surplus le document même qui décrit ces dispositions diverses; il a été inséré dans la publication officielle, en même temps que plusieurs certificats d'addition (avril 1855).

84. — John Bethell, *de Londres* (1838).

John Bethell prit une patente « pour prévenir l'altération des bois, du liége, du cuir, des tissus, des câbles et cordages, et augmenter leur durée ». Je n'ai pas lu le titre original. Si je m'en rapporte à une petite brochure autographiée, sans nom d'auteur, qui contient une traduction de cette patente, Bethell aurait déposé la description de son procédé le 11 juillet 1838 (Biblioth. du Conserv. des arts et mét., petite brochure in-4°, K O). Cette date de 1838 est également indiquée par M. Stoëckhardt dans son *Tableau sommaire*, et par Wurtz (*Dict.*). Je reproduis ici la traduction ou bien l'extrait de la patente anglaise d'après le texte imprimé dans le *London journal of arts,* mars 1842. (Voir *Bull. de la Soc. d'enc.,* juin 1842).

« Les divers perfectionnements indiqués par l'auteur consistent à tremper et à laisser séjourner, plus ou moins longtemps, les substances à traiter dans diverses solutions, de manière qu'elles en soient complétement saturées.

« L'appareil à employer pour cet usage est un vase clos ou une chaudière cylindrique en tôle, semblable à celle des machines à vapeur, et pouvant résister à une forte pression intérieure; il est muni d'un couvercle assujetti par des vis à écrous, et d'une soupape de sûreté ordinaire. Un tuyau le réunit avec une pompe à air pour former le vide, et un autre tuyau avec une pompe d'injection.

« Les objets à préparer ayant été placés dans cette chaudière, on assujettit solidement le couvercle et on y fait affluer la solution à l'aide d'un tuyau muni d'un robinet qu'on ouvre pour cet effet; on le ferme aussitôt que le vase est plein, et on fait fonctionner

la pompe à air. A mesure que le vide se forme, les matières s'imprègnent de la solution. Mais, comme ce moyen ne suffit pas pour certaines substances, on arrête la pompe à air dès que le vide est opéré, et on fait agir la pompe d'injection jusqu'à ce qu'on ait obtenu la pression voulue. Cette pression est réglée en chargeant la soupape de sûreté des poids convenables ; elle diminue à mesure que les substances s'imprègnent de la solution.

« En injectant le bois par ce procédé, il conviendrait de tenir les billes dans une position verticale ou inclinée, ayant l'une de leurs extrémités plongée dans le liquide, tandis que l'autre s'élève au dessus.

« Lorsque les matières sont trop poreuses, il est inutile d'employer successivement la pompe du vide et la pompe d'injection.

« Une autre méthode d'imprégner le bois consiste à former des outres ou sacs en caoutchouc, ou en toile imperméable, pouvant contenir environ huit litres de liquide ; on engage la bille par l'un de ses bouts dans ce sac, dont les bords sont fortement serrés autour du bois. A l'autre extrémité du sac sont adaptés des tuyaux, munis de robinets, qui communiquent soit avec un récipient supérieur contenant la solution, soit avec une pompe d'injection. Les robinets étant ouverts, le liquide du récipient exercera une pression suffisante pour s'introduire dans les pores du bois, ou bien il sera injecté par le jeu de la pompe.

« Des arbres récemment abattus peuvent être rapidement imprégnés ; il suffit, pour cela, de plonger le bout coupé dans des bassins ouverts remplis de la solution qui circulera avec la séve dans toutes les parties de l'arbre.

« Des peaux, des cuirs et autres objets pourront être préparés de la même manière, etc..., etc.

« Les solutions à employer sont de diverses natures, » et le *Bulletin de la Société d'encouragement* ajoute : « Comme la plupart, par les ingrédients qui les composent, seraient d'un prix trop élevé, eu égard à la matière à laquelle elles sont appliquées ; que, d'un autre côté, l'expérience n'a pas encore prononcé sur leur mérite, nous n'en faisons pas connaître la composition qu'on trouvera dans la patente anglaise, publiée dans *London journal of arts*, numéro de mars 1842.»

L'agent conservateur employé par Bethell était surtout l'*huile lourde de goudron,* désignée improprement par le nom de *créosote.* Des recherches récentes ont permis de déterminer la composition de ce produit très-efficace. (Voir *Doc.* n° 168.)

La description du premier moyen de pénétration rappelle, comme on voit, l'appareil Bréant; et ce deuxième procédé, l'une des innovations du Dr Boucherie.

Mais l'objet principal de l'auteur anglais, et le grand mérite surtout de son appareil, consistent à accomplir l'imprégnation dans un seul cylindre, horizontal, en tôle très-résistante, sous l'influence successive du vide et d'une énergique pression.

Aux deux réservoirs perpendiculaires en fonte employés par Bréant, Bethell substitue un réservoir unique, en tôle rivée, très-résistant, et dont les dimensions ne sont point restreintes aux limites d'un moulage. Ce réservoir unique est en outre placé horizontalement, comme un générateur de vapeur, facilitant ainsi l'entrée et la sortie des pièces de bois de toutes mesures. C'est donc à Bethell qu'on doit le véritable appareil industriel qui a permis d'étendre l'application des bois injectés.

Bethell est l'auteur d'une patente anglaise (21 août 1848), importée en France le 18 juillet 1849, pour « des procédés de conservation des bois ». Il n'est guère ici question du moyen ci-dessus décrit, mais seulement de l'utilité de faire sécher les bois dans un four bien fermé, maintenu à une température de 75° C. environ, pour en extraire l'humidité et la séve. On plonge alors ce bois dans du goudron fondu. Au lieu d'immerger le bois sec dans du goudron, on peut employer au même usage des pyro-acétates de zinc, de cuivre ou de fer, dont les dissolutions doivent être maintenues chaudes.

Enfin, une autre patente anglaise (1er mars 1853), suivie aussitôt d'un autre brevet français, ont été délivrés à Bethell. L'auteur, heureusement inspiré, commence par imprégner les bois d'une des nombreuses dissolutions salines, antiseptiques, et, parmi celles-ci, il en désigne plusieurs sous la formule n° 1 ; puis, ajoute la publication officielle, « il sèche le bois dans un séchoir approprié, de manière à chasser l'eau qui tenait les sels en dissolution, et enfin il plonge le bois qui a été ainsi séché dans un bain contenant des subs-

tances hydrofuges, ou bien il le revêt de toute autre manière desdites substances, afin d'empêcher, autant que possible, que le bois ainsi traité n'absorbe de nouveau l'eau ou l'humidité.... Le séchoir est disposé de telle manière que toute la fumée et tous les produits de la combustion passent à travers le séchoir et entre les pièces de bois, de façon à les sécher et à les soumettre à l'action de la fumée qui a aussi pour effet de préserver le bois. Dans quelques cas, on peut chauffer le séchoir à l'aide de la vapeur que l'on porte à une température élévée, en la faisant passer dans des tuyaux ou sur des surfaces fortement chauffés.... On retire le bois du séchoir et on le plonge dans une cuve ou citerne contenant une des substances dont il sera fait mention ci-dessous dans la formule n° 2, suivant la destination des bois; ou bien on peut recouvrir ce dernier, à l'aide d'un pinceau, d'une des substances mentionnées dans ladite formule.... »

FORMULE N° 1.

L'inventeur emploie :

Sulfate de zinc : $0^k,46$ de ce sel cristallisé dans $27^k,6$ d'eau.
Chlorure de zinc : $0^k,46$ à l'état concentré et mucilagineux dans $32^k,2$ d'eau.
Sulfate de cuivre : $0^k,46$ de ces cristaux dans $36^k,8$ d'eau.

Ces proportions d'ailleurs peuvent varier, de même qu'on peut faire varier la nature des sels ci-dessus indiqués ou les agents conservateurs, pourvu qu'ils aient la propriété de coaguler les substances albumineuses. — Au cours de son brevet, l'auteur déclare que « une portion de son invention consiste dans l'emploi du sulfate de zinc pour préserver le bois ».

FORMULE N° 2.

Prendre du goudron de toute espèce, végétal ou minéral, ou de la poix fondue, ou du bitume fondu, ou de la résine fondue, ou toute espèce de peinture ou vernis, ou bien une solution de poix, de résine ou de caoutchouc, ou de gutta-percha ou de l'huile telle que l'huile de lin, etc. On met ces matières hydrofuges dans des citernes où on plonge le bois.

Voy. *Doc.* 12,—52,—85,—102,—118,—123.

85. — Burnett (1838).

Le chlorure de zinc a été proposé par Burnett vers 1838, pour la pénétration et la conservation des bois. Nous ne connaissions guère en France cette application, même en 1840. En effet, un journal technique rapportait alors qu'on pourrait peut-être tenter de substituer le chlorure de zinc au bichlorure de mercure « dans la proportion de 1 kil. de beurre de zinc dans 45 ou 50 litres d'eau. » Toutefois, l'auteur de l'article annonce que ce n'est que par voie d'induction qu'il émet cette idée, laquelle devrait faire l'objet d'expériences directes. (*Technol.*, t. Ier, p. 355, an. 1840.)

Il ressort d'un article publié par ce même Recueil, en janvier 1847 (t. VIII, p. 192), « que la marine britannique utilise depuis quelque temps ce sel pour préserver les voiles, cordages, etc., d'un dépérissement rapide; mais il paraît que l'amirauté anglaise va essayer en grand l'application de ce moyen préservatif aux bois de construction, et qu'elle a même déjà fait construire, aux chantiers de Woolwich, de vastes réservoirs et autres appareils pour saturer ses bois avec ce sel préservateur. »

Le sel zincique étant très-soluble et même très-hygrométrique, M. Payen craint qu'il ne soit promptement entraîné par les eaux (*Mém.*, 1861); mais « l'amirauté anglaise, dit-il, a donné la préférence aux bois injectés au chlorure de zinc, à une époque où l'on n'avait pas encore reconnu les avantages des préparations bien faites avec le sulfate de cuivre..... Ce procédé peut assurer une parfaite conservation des tissus ligneux jusqu'au moment du moins où ce chlorure, par sa grande solubilité, exposé aux lavages de l'eau pluviale, se trouve éliminé presque complétement. »

Cette explication n'est pas satisfaisante : puisqu'on admet que les sels métalliques coagulent l'albumine et forment avec elle un composé insoluble, il semble qu'il n'y a pas lieu d'avoir égard à la solubilité propre du sel intervenant; car il faudrait alors dire que la combinaison albumino-métallique est soluble. Je n'insiste pas. (Revoir IIe part., chap. VI.)

MM. Hutin et Boutigny ont formulé des critiques qui atteignent le chlorure de zinc, comme aussi les sels de cuivre et de fer, jusque

dans leur essence même. Je résume ainsi l'objection : *En ce qui concerne le chlorure de zinc, on dit que l'oxyde se combine à la fibre végétale ainsi rendue imputrescible ; mais ce n'est pas démontré. Et puis, que devient le chlore ? Il altérerait la fibre.* Ces craintes paraissent excessives. La combinaison du sel zincique avec l'albumine ne saurait être mise en doute, de même que l'imputrescibilité de cette substance composée ; les explications peuvent varier : le fait est certain. Il suffit de laisser tomber quelques gouttes de chlorure de zinc dans un liquide séveux, pour qu'il se forme aussitôt un précipité peu altérable ; s'il y a du chlore ou de l'acide chlorhydrique rendu libre ainsi, en admettant qu'il portât son activité sur la fibre ligneuse, il ne pourrait exercer qu'une action bien limitée, puisqu'elle serait arrêtée et neutralisée par les substances minérales alcalines qui subsistent dans le bois même.

Il résulte d'un intéressant travail, publié en 1863 par M. Persoz fils, que le chlorure de zinc dissout la soie ; que cette dissolution s'opère très-rapidement à chaud, lorsque le chlorure de zinc est concentré, mais plus lentement à froid et dans une liqueur étendue. Il serait utile de poursuivre cette étude et d'examiner l'action du sel zincique sur l'albumine et la fibrine, substances qui sont logées dans le bois et les végétaux. Peut-être trouverait-on là l'explication du phénomène attribué à la déliquescence du sel.

L'Amirauté anglaise a fait une très-large application du chlorure de zinc pour la conservation des bois de navires ; le célèbre ingénieur Brunel l'a vivement recommandé en Angleterre pour la conservation des traverses de chemins de fer ; en Allemagne, il a servi, sur plusieurs tronçons, à l'injection des traverses (chemin de fer de Hanovre à Brème, etc.).

M. Benda a publié, en 1852, une notice bien faite sur ce sujet. Je n'hésite pas à résumer ce document étendu, en lui faisant divers emprunts. L'auteur établit une comparaison entre quatre agents conservateurs : le sel marin, le sulfate de cuivre, le chloride ou chlorure de zinc et la créosote ; cette comparaison ne porte pas seulement sur l'efficacité relative de ces agents, mais sur la dépense que quelques-uns d'entre eux occasionnent. (V. le texte dans *Technologiste*, t. XIII, sept. 1852.)

M. Benda rappelle d'abord les expériences de conservation entreprises sur le chemin de fer de Magdebourg à Wittenberg, pour les traverses de la voie et pour les ponts. On a observé quelques particularités :

« 1° Dans le printemps de 1847, on a enfoui des billes de bois de sapin refendu qui avaient été enduites à froid avec une solution de sulfate de cuivre marquant 10° Baumé environ. En même temps, on a enfoui des billes non préparées. »

Au printemps de 1851, c'est-à-dire quatre ans après, ces billes étaient extraites de terre : les premières intactes, les dernières complétement pourries. Toutefois, on observait sur les premières, dans les points où la hache ou bien les clous avaient entamé le bois et pénétré sous la partie imprégnée, que la pourriture avait plus ou moins attaqué l'intérieur.

2° et 3°. Les clous de fer ont été trouvés en bon état dans les bois conservés ; mais corrodés dans les bois pourris.

4° On a fait quelques essais pour remplacer le sulfate de cuivre par le chlorure de zinc, et on a seulement imbibé de la solution de chacun de ces sels des morceaux ou bandes de toile de coton, prises dans la même pièce d'étoffe. Ces morceaux ont été trempés séparément dans des solutions concentrées de sulfate de cuivre, de chloride de zinc, de créosote et de sel marin. On a mis le tout dans une caisse en bois enfouie, le 21 février 1851, dans la terre, en un lieu découvert, exposé à la pluie et au soleil.

L'examen fait le 26 avril 1851 a démontré que les échantillons imprégnés de sel marin étaient recouverts « de taches de moisissures, et que celles-ci étaient d'autant plus nombreuses que les solutions étaient plus étendues ». Les bandes qui n'avaient subi aucune préparation étaient aussi recouvertes de ces taches, « mais à un degré moindre que celles qui avaient été immergées dans les solutions les plus faibles de sel marin ». Les autres échantillons étaient restés intacts.

Le 7 juillet 1851, même examen : les échantillons au sulfate de cuivre et au chloride de zinc toujours parfaitement sains. Les bandes créosotées (avec la créosote qui a servi à injecter les traverses du chemin de Cologne à Minden) ne laissaient guère voir les taches qui auraient pu se produire, en raison de la couleur brune du tissu,

mais cependant les fibres offraient moins de résistance. A ce moment l'adhérence était si bien détruite dans les bandes imbibées de sel marin, que c'est tout au plus si on pouvait les enlever sans les rompre.

Une autre inspection faite en octobre 1851 a laissé subsister entre les divers agents les mêmes différences. Enfin, le 4 décembre 1851, un examen plus complet a fourni les résultats consignés dans le tableau suivant.

NUMÉROS des échantillons.	BAIN D'IMMERSION.	DENSITÉ du bain en degrés Baumé.	OBSERVATIONS (4 *décembre* 1851).
1	Sulfate de cuivre.	24° à 25°	Traces faibles de moisissures et ténacité moindre.
2	id.	20°	id. id.
3	id.	15°	Conservation et ténacité parfaites.
4	id.	10°	id.
5	id.	8°	id.
6	id.	5°	id.
7	id.	3°	id.
8	Chloride de zinc.	52°	Traces de moisissures et diminution de la ténacité.
9	id.	40°	id. et conservation un peu meilleure.
10	id.	30°	Comme au n° 9.
11	id.	25°	Moisissures très-apparentes, mais ténacité encore intacte
12	id.	20°	Moisissures; ténacité moindre.
13	id.	15°	id. id.
14	id.	10°	Moisissures, mais conservation et ténacité meilleures qu'aux nos 12 et 13.
15	id.	8°	Moisissures très-apparentes et ténacité moindre dans les points moisis.
16	id.	5°	Traces de moisissures, mais grande ténacité.
17	id.	3°	Conservation parfaite.
18	Sel marin.	24°	Moisissures considérables et tenacité nulle.
19	id.	20°	Comme au n° 18.
20	id.	15°	id. mais un peu plus solide.
21	id.	10°	Moisissures, mais ténacité plus grande qu'au n° 20.
22	id.	8°	Comme au n° 21.
23	id.	5°	Pourriture complète.
24	id.	3°	id.
25	Créosote.	»	Adhérence nulle; taches de moisissures difficiles à apercevoir à cause de la couleur de la créosote; ténacité comme au n° 18.
26	Sans immersion.	»	Ténacité nulle, mais un peu meilleure qu'aux nos 23 et 24.

« Il résulte de ce tableau, dit M. Benda, que les solutions de sulfate de cuivre les plus fortes sont moins préservatrices que celles moins concentrées; qu'il en a été à peu près de même avec les solutions

de chloride de zinc, les solutions à 5° et 3° étant les meilleures et celles qui conservent le mieux la ténacité du ligneux....

« En général, les expériences précédentes semblent démontrer que le sulfate de cuivre est préférable au chloride de zinc, quoique celui-ci dépasse encore de beaucoup les autres substances qui ont été proposées pour le même objet.

« Les solutions concentrées de sel marin paraissent moins avantageuses, et celles étendues agissent d'une manière nuisible.

« La créosote a présenté des effets analogues à ceux des solutions concentrées de sel marin. »

Et plus loin :

« Dans l'espoir d'imprégner plus richement les bois destinés à la construction des ponts, on a introduit un tuyau de vapeur dans la capacité du vase d'immersion et élevé jusqu'à + 45° R. la température du bois à l'aide de la vapeur provenant de la chaudière d'une machine à feu. De même, après que la liqueur a été écoulée et était encore soumise à une certaine pression, on a fait arriver de la vapeur et chauffé jusqu'à 28° ou 30° R. Mais on a observé qu'à ces températures le chloride de zinc attaquait énergiquement le fer et même le laiton, au point que les robinets dans les tuyaux de conduite, et les soupapes dans les pompes, avaient besoin d'être fréquemment renouvelés, ce qui a fait abandonner le chauffage des bois. »

Ce n'était pas le chauffage des bois qu'il fallait abandonner, mais il fallait reconnaître que, la liqueur employée étant très-acide, il importait de la neutraliser. Cette corrosion du fer et du laiton était, ce semble, une réaction suffisamment révélatrice. Or, l'excès d'acide désagrége et dissout les fibres textiles de coton, de même que les fibres ligneuses. Il importe donc, et par-dessus tout, de s'assurer de la neutralité du chlorure de zinc employé. On croit qu'il suffit de verser simplement un excès de rognures de zinc dans de l'acide chlorhydrique concentré ou étendu de son volume d'eau, et d'attendre que l'hydrogène cesse de se dégager, pour obtenir le chlorure de ce métal; on l'emploie directement ainsi préparé : il n'est pas neutre. Vers la fin de l'opération, la densité très-grande de la liqueur ou, si l'on veut, l'épaisseur du liquide, s'oppose au facile mouvement de ses molécules qui ne se renouvellent plus que lentement sur les surfaces

métalliques. Quelle que soit l'explication d'ailleurs, le fait est là : la liqueur reste acide, et même très-acide pendant les froids de l'hiver. On n'arrive à la saturation qu'au moyen d'une ébullition assez prolongée au contact du zinc, et, mieux encore, par l'emploi d'un excès d'oxyde de ce métal. Il est vrai que M. Benda signale lui-même, à la fin de son travail, l'utilité de faire bouillir la liqueur au contact du zinc pendant les temps humides et froids; mais rien n'indique que semblable précaution ait été prise pendant l'été; elle me paraît indispensable en toutes saisons. Ces détails sont essentiels à la bonne et efficace application du chlorure de zinc; ils étaient nécessaires aux explications qui vont suivre.

Le tableau précédent et les conclusions qu'en tire l'auteur ne me satisfont pas entièrement. L'expérience m'a appris : 1° que les sels cupriques commerciaux contiennent presque toujours un excès d'acide sulfurique; 2° que le chlorure de zinc est rarement neutre, à moins qu'on n'ait pris des soins particuliers pour la saturation de l'excès d'acide; 3° que la créosote brute est essentiellement acide.

Ainsi doit s'expliquer l'action plus *détériorante exercée par les liqueurs ci-dessus, lorsque ces mêmes liqueurs sont concentrées : c'est qu'alors l'acide y domine.* Cette remarque ne s'applique pas au sel marin qui est toujours neutre. Les solutions très-étendues de sel marin sont favorables aux parasites et entretiennent l'humidité.

Une autre objection grave : le tissu de coton soumis à l'expérience est de la cellulose, mais dépourvue de cette substance protéique, azotée, que le bois contient. Les matières salines qui forment, avec la matière azotée du bois, un composé plus ou moins stable, auraient modifié complétement les conditions de l'expérience.

Ces réserves faites, j'emprunte au document quelques indications utiles à connaître.

Pour les bois destinés aux ponts, la solution de chlorure de zinc injectée marquait 8° Baumé, pensant que la durée du bois serait proportionnée à la concentration de la liqueur préservatrice. Pour l'injection des traverses de rails (chemin de Hanovre à Brême) la solution marquait à peine 2° $^1/_2$; sur les nouveaux chemins hanovriens, elle marque 5°. Les frais d'injection au chlorure de zinc se

sont élevés à 30,277 fr. 31 pour 3,815 stères de bois, soit une dépense de 7 fr. 94 par stère, ainsi répartie :

	fr.	c.
Établissement et réparation.	1	13
Acide chlorhydrique, transport compris. . .	1	90
Zinc.	1	96
Combustible.	0	43
Surveillance, mécanicien, chauffeurs.	0	56
Transport des bois.	1	96
	7	94

« D'après les calculs de M. Alish, qui s'accordent avec ceux qu'on a obtenus à Magdebourg, il faut, pour imprégner une traverse de $0^k,747$ à $0^k,766$ de sulfate de cuivre. Ces traverses avaient $0^m,092$, au plus $0^m,100$ cubes, ce qui ferait à peu près de 7 à 8 kil. de sulfate de cuivre par stère[1]. Le sulfate de cuivre coûte, franc de port, 84 centimes, et pour les 7 kil. par stère, 5 fr. 88. Or, d'après le compte précédent, on a dépensé par stère imprégné de chloride de zinc :

$$\left.\begin{array}{ll}\text{Acide chlorhydrique. . . . .} & 1^f\ 90\\ \text{Zinc. . . . . .} & 1\ \ 96\end{array}\right\} = 3^f\ 86.\ »$$

En outre, quand on emploie le chloride de zinc, les vaisseaux d'injection sont en fer dont l'usage n'est pas possible avec les sels de cuivre qui exigent des appareils beaucoup plus dispendieux. « De telle sorte qu'on peut hardiment conclure que l'imprégnation au chloride de zinc ne coûte pas moitié de celle au sulfate de cuivre. »

On fait pénétrer ce liquide dans les bois au moyen d'un appareil construit d'après les principes de Bréant et de Bethell.

86. — Ardoin, *à Paris* (1838).

L'inventeur emploie les sels de cuivre tels que l'hydrochlorate, l'acétate ou mieux encore le sulfate, à cause de son moindre prix. L'auteur fait dissoudre ce sel dans l'eau, dans la proportion de 30 grammes environ par litre, s'il s'agit de la conservation des bois, et de 15 grammes pour toiles et cordages.

[1] Ces chiffres sont trop élevés. La proportion de sulfate de cuivre adoptée par les chemins français est de $5^k,5$ par stère. Voy. *Doc.* 145.

Les pièces de bois étant fixées dans un réservoir à ce destiné, on y introduit la solution ci-dessus, et l'imbibition dure un temps proportionné à leur grosseur (deux jours par $0^m,025$ d'épaisseur). Les bois doivent être secs avant leur immersion.

A la fin de cette même année 1838, l'auteur modifie son procédé de la manière suivante : il met le sulfate de cuivre dans une cuve en bois ou tout autre vaisseau convenable, ajoutant 10 litres d'eau chaude pour chaque kilogramme de ce sel. Cette solution s'écoule ensuite dans une cuve fermant hermétiquement, et dans laquelle on avait préalablement déposé les matériaux à traiter. Au sommet de cette cuve est placée une pompe à air pour extraire l'air contenu dans les substances sur lesquelles on opère, et favoriser la pénétration du liquide. Le bois doit être préférablement placé debout, etc., etc.

87. — **Treffy** (1838).

« Sels se décomposant mutuellement, par exemple : *a*, chloride d'étain ou chlorure de cuivre ; *b*, soude ou eau de chaux. *Manipulations :* immersion alternative dans les liqueurs. » (M. Stoëckhardt.)

88. — **Charpentier** (1839).

« Les bois que je veux soumettre à mon procédé de dessiccation et de conservation sont d'abord trempés dans une dissolution de sulfate de fer et de sulfate d'alumine. Le temps de leur immersion et les proportions de sels diffèrent suivant la température de la dissolution, la nature et l'épaisseur des bois.

« Après cette préparation très-simple et peu dispendieuse, ces bois étant égouttés sont exposés à un courant continu d'air chaud au moyen d'un appareil ventilateur où se trouve utilisée la chaleur perdue d'un four à coke ou de la carbonisation du bois. Les bois ainsi traités acquièrent, dans l'espace de quinze à trente jours, suivant leur épaisseur, la siccité la plus complète..... »

La dessiccation s'accomplit dans une vaste étuve chauffée avec ces chaleurs perdues qui circulent sous des plaques de fer, lesquelles élèvent la température du courant d'air qui les lèche. Cet air chaud, en pénétrant au bas de l'étuve, se rend à la partie supérieure et s'échappe, après avoir desséché le bois.

89. — Aroza, *à Paris* (1839).

M. Aroza conserve les bois avec le bichlorure de mercure. M. Payen (Rapp. du 6 novembre 1839) dit que ce n'est pas là un moyen nouveau, mais digne seulement d'être encouragé. (*Compt. rend. de l'Acad.*, t. VIII, p. 680 et 714, et *Bull. de la Soc. d'enc.*, t. XXXIX, p. 20. Voir *Doc.* 1,—45,—66.)

90. — Levien, *de Londres* (1839).

L'auteur n'indique aucun réactif spécial, mais seulement un moyen de faire pénétrer les divers réactifs dans le bois. A cet effet, il place simplement au-dessus du réservoir un piston que commande une vis; il suffit, à l'aide d'un levier, de presser sur le piston en faisant tourner la vis, pour exercer les pressions les plus énergiques sur le liquide et sur les bois qui y sont immergés : une soupape de sûreté prévient les accidents. Pour simplifier cette description, on n'a qu'à se représenter la presse ordinaire qui sert à extraire le jus du raisin. Seulement ici le plateau de la presse, au lieu d'exercer son action sur une matière pulpeuse, en plein air, presse sur un liquide emprisonné.

Voir la vis employée par Bréant pour refouler les liqueurs grasses ou goudronneuses (*Doc.* 64).

91. — Flesselle (1840).

« Substances se décomposant mutuellement, par exemple : verre soluble, puis acide sulfurique étendu, ou solution d'abord d'alun, puis de potasse. *Manipulations :* le bois est d'abord soumis à la vapeur dans un cylindre, puis on introduit la solution d'alun ou autre dans celui-ci, et on l'y porte à l'ébullition par la vapeur; enfin, on décompose l'alun fixé par une solution de potasse. » (M. Stoëckhardt.) Voir *Doc.* 82,—113,—129.

92. — Carny (1840).

M. Carny, directeur des mines de Dieuze, envoie à la Société d'encouragement des échantillons de bois parfaitement conservés par le sel ordinaire depuis 1804 et 1807 (*Bull. Soc. d'enc.*, 2 déc. 1840.) Revoir *Doc.*, 11, 17, 56, 78, etc.

93. — Prof^r Melsens (1840-1864).

M. Melsens, membre de l'Académie royale de Belgique et professeur de chimie à l'école vétérinaire de Bruxelles, s'est préoccupé, dès 1840, de la conservation des bois au moyen des goudrons. Pour favoriser la pénétration de ces liquides visqueux, les bois étaient immergés à plusieurs reprises dans le goudron fortement chauffé. Je résume ci-après les deux notes qui ont été communiquées par le savant auteur à l'Académie royale de Belgique. (*Bull.* d'août 1848, t. XV, et *Bull.* de 1864, t. XVII, 2e série, n° 4.)

« Pendant l'hiver de 1840-1841, j'avais préparé des blocs de bois de 0,40 centimètres de longueur, sur 0,25 de diamètre, en y faisant pénétrer du goudron de gaz par des chauffes et des refroidissements successifs.... Toutes les personnes qui les ont examinés l'an dernier (c'est-à-dire en 1863) les ont trouvés parfaitement intacts, sans la moindre altération, et ils sont en expérience depuis plus de vingt ans. »

Marche du goudron, lorsqu'il pénètre dans le bois. M. Melsens a observé avec soin la marche du goudron pénétrant dans les bois de diverses essences; des planches lithographiées jointes au texte même reproduisent tous les détails des voies ouvertes au goudron liquide; l'éminent professeur a pu constater :

Que le goudron pénètre dans la masse ligneuse, en suivant parfaitement les contours et les sinuosités des fibres longitudinales qu'il remplit presque complétement dans les blocs plusieurs fois immergés;

Que dans les blocs qui n'ont subi qu'une imprégnation incomplète, le goudron s'accumule à toutes les sections transversales, bouchant ainsi les méats qui donneraient accès aux agents de détérioration.

Examinant aussi la marche des gaz humides dans le chêne, le savant chimiste belge a fait cette observation importante qu'on peut brunir et vieillir le bois de chêne, en le soumettant aux vapeurs ammoniacales humides ; et même « M. Melsens injecte, dans le tissu du bois, du mercure et du métal fusible de Darcet; le bois ainsi injecté, travaillé et poli, produit des effets singuliers. » (*Bull. Soc. d'enc.*, t. XLVI, août 1847.) Cette remarque conduit l'auteur à reconnaître que « l'injection ou la préservation suit exactement la marche

que suivra la détérioration, et que la pourriture sèche ou humide marche vite et loin dans le sens de la croissance, tandis que ses progrès sont lents et peu considérables dans le sens des rayons médullaires, quelle que soit l'essence du bois. »

Les essences de bois les plus pénétrables au goudron sont l'aune, le bouleau, le charme, le hêtre et le saule. Le sapin résiste parfois à une imprégnation complète ; ses couches centrales restent blanches. Le tremble et le chêne offrent une très-grande résistance ; dans ce dernier, l'aubier est complétement injecté, lorsque le cœur reste réfractaire.

« Un gros bloc de chêne très-mal injecté, malgré un séjour de vingt-quatre heures dans du goudron chauffé de 110° à 130° C., avait passé un hiver à l'air ; je le fis débiter et travailler ; l'ouvrier chargé de cette tâche affirmait n'avoir jamais rencontré de chêne aussi dur et aussi sec ; il avait été exposé à l'air libre pendant huit mois. »

« *Quantités de goudron que les bois peuvent absorber.* D'après l'essence, d'après la perfection du résultat, les bois complétement et parfaitement remplis de goudron en ont absorbé de 30 à 50 pour 100 de leur poids, pris à l'état sec, tel qu'on l'obtient en le desséchant à 140° C. dans le vide ; ces chiffres sont déduits d'expériences nombreuses.....

« L'administration belge exige que chaque bille injectée par l'huile lourde de goudron en absorbe et en retienne $9^{lit.},25$; j'ai peine à comprendre qu'une dizaine de kilogrammes de goudron ayant perdu tous les produits volatils sous 150° C. ne rempliraient pas le même but que l'huile lourde ; tout porte à croire que la préservation faite dans les conditions que j'ai décrites serait même plus efficace. »

Différence entre l'enduit goudronneux et l'imprégnation goudronneuse. « Autant que je peux me rendre compte des effets produits par des injections très-peu profondes faites à chaud avec des matières qui sont solides à la température ordinaire, elles me semblent se distinguer cependant parfaitement des simples goudronnages à la brosse. De quelque façon qu'on opère dans le goudronnage, à moins de précautions particulières, difficiles à prendre lorsqu'on opère industriellement, on est toujours exposé à laisser subsister une très-mince couche d'eau entre la fibre ligneuse et le goudron....

« Ce procédé (*simple carbonisation extérieure*) a été préconisé dans ces derniers temps pour les billes de chemins de fer ; à mon sens, il est loin de valoir la carbonisation dans les goudrons, les bitumes et les brais, etc., que j'ai proposée depuis longtemps.

« MM. Hutin et Boutigny, d'Évreux, ont proposé, en 1848, un procédé qui a quelque analogie avec ceux que je décrivais en 1845. M. Gemini, en mars 1848, a proposé des procédés analogues au mien, mais en agissant sous de fortes pressions. J'ignore quel a été le résultat des expériences faites d'après ces procédés. » (Voir ci-après *Doc.* 118 et 122.)

M. Melsens est amené à dire que « le bois devrait résister aussi longtemps qu'une momie ».

Il me paraît évident que l'imprégnation du bois au moyen du goudron chauffé à une haute température est facilitée par l'évaporation de l'eau interne, remplacée par le goudron même : c'est l'effet qu'obtenait notamment le baron Champy (*Doc.* n° 28), en pénétrant le bois de suif. Knowles nous apprend que la marine américaine faisait disparaître l'humidité sous forme de gaz, en imprégnant le bois avec l'huile portée à un très-haut degré par la chaleur artificielle. (*Doc.* 6.) Mais le goudron paraît plus résistant et plus économique que l'huile ; il se solidifie dans les pores du bois et devient vraiment inexpugnable. Sanderson imbibe les bois d'acide pyroligneux, et, de plus, « il immerge ce bois dans de l'huile de goudron végétal bouillante » (*Doc.* 36). Toujours d'après Knowles, Bill recommande, en 1824, d'user de goudron de houille préférablement au goudron de bois, « parce que le bois qui a bouilli dans cette substance se couvre d'une couche plus épaisse. » (*Doc.* 50.) Je renvoie au *Tableau sommaire* de M. Stoëckhardt qui attribue à M. Gotthill (*Doc.* 81) l'usage de « solutions résineuses, par exemple : goudron et essence de térébenthine, avec addition de sel marin. Immersion de 1 à 2 heures dans la solution chauffée de 108° à 163° R. ».

Ce n'est pas seulement le goudron qui s'infiltre dans le bois à ces températures élevées, mais une portion même du bois se transforme en goudron et en charbon ; M. Melsens l'a constaté. Le bois gagne en durée ce qu'il perd ici en flexibilité.

Ces indications sommaires montrent la tendance, sans cesse accusée

depuis l'antiquité même, de recourir aux matières goudronneuses pour conserver les bois et préserver les substances organiques (momies, poissage des vins, etc.).

Il n'est que juste de signaler ces travaux approfondis dus au savant belge qui a fait encore converger ses lumières sur cette étude importante de la conservation des bois par les goudrons. On trouvera résumées dans nos publications françaises ses recherches persévérantes : 1° *Dictionnaire de chimie pure et appliquée*, de Wurtz; 2° *Annales forestières*, t. III, p. 293, année 1864; 3° et surtout *Bull. de la Soc. d'enc.*, t. XII, janv. 1865.

CHAPITRE VI

(Période de 1841-1850)

L'étude de la conservation des matières organiques devient plus générale, en raison des grands résultats obtenus durant la période précédente. — Payn provoque un dépôt de soufre ou d'un sulfure dans le bois; Margary recommande et emploie le sulfate de cuivre; Burkes, le verre soluble et le sulfate de fer; De Saint, les oléates métalliques, etc. — Violette propose, ainsi que Thomas et Laurens, l'emploi de la vapeur d'eau surchauffée pour dessécher et carboniser le bois. — Renard-Perrin et Testud de Beauregard colorent les bois et aspirent les liqueurs colorantes au moyen de ventouses. — De Gemini injecte dans les bois des sels métalliques, puis des liquides bitumineux ou goudronneux.

94. — Loyd Margary (1841).

Le *Repertory of patent invention,* n° d'avril 1841, signale « un procédé de M. L. Margary pour garantir de toute altération les substances végétales et animales ». Ce procédé aurait été produit par l'auteur dès 1837 (M. Stoëckh.).

Voici le résumé de ce document emprunté au *Bull. de la Soc. d'Encouragement,* t. XL, juin 1841 :

« La substance que l'auteur recommande, pour préserver de toute altération les bois et les tissus, est le *sulfate de cuivre;* il en fait dissoudre un demi-kilogr. dans 18 litres d'eau chaude, pour accélérer la dissolution qui s'opère dans un vase de bois.

« Les pièces de bois sont placées au fond d'une auge dans laquelle on verse la dissolution; elles y baignent pendant deux jours, plus ou moins, suivant leurs dimensions. Le bois doit être sec, afin de pouvoir absorber une plus grande quantité de liquide.

« Les tissus de chanvre sont plongés dans cette solution, par couches, pour en être complétement saturés; on les y laisse pendant huit ou seize heures, suivant que le tissu est plus ou moins serré.

« On peut préparer de la même manière les tissus de laine, de coton, le papier, le cuir, etc., et remplacer le sulfate de cuivre par l'acétate de cuivre, en mêlant un demi-kilog. de ce dernier avec deux

litres d'acide pyroligneux et le faisant dissoudre dans 14 litres d'eau. »

Voir, au sujet de ces divers agents conservateurs, les documents 52,—55,—110.

95. — Bourdon, *à Dunkerque* (1841).

M. Bourdon a recours au tan, à l'acide gallique, dans le but de tanner les matières albuminoïdes contenues dans le bois. Le tan, appliqué déjà aux peaux, coagule les matières azotées et les conserve; c'est ce que l'auteur appelle un « procédé de consolidation et de conservation des substances végétales ligneuses et textiles ». A cet effet, l'inventeur lave le bois avec des solutions tanniques, ou bien il laisse le bois plongé dans l'eau contenant du tan. Il est certain que le chêne oppose aux agents de décomposition une double résistance par sa densité d'abord, et aussi par le tanin qu'il contient. Toutefois sa dose naturelle de tanin est évidemment insuffisante à le préserver des altérations et des végétations cryptogamiques, puisqu'il a pu se développer lui-même dans ces conditions. Les cuves des tanneurs, construites en bois de sapin très-souvent, se conservent presque indéfiniment, étant entourées de tannée.

De temps immémorial, les pêcheurs ont l'habitude, sur les côtes de la Méditerranée, de concasser grossièrement l'écorce rouge d'une espèce de pin, la versent dans une petite chaudière en fonte contenant de l'eau. Quand l'ébullition a été suffisamment prolongée, ils immergent leurs filets dans la liqueur rouge, tannante, encore toute chaude. Il suffit de voyager sur les côtes sud-est de la France et sur le littoral italien pour voir mettre en pratique ce moyen que les pêcheurs renouvellent deux ou trois fois par an.

96. — Pons (1841).

« Solution d'azotate de fer, salpêtre, alun et ferro-cyanure de potassium (!).—Immersion du bois dans la solution. » (M. Stoëckhardt.)

97. — Muenzing (1841).

Ce chimiste, de Heibronn, trouvant que le bichlorure de mercure est dangereux et coûteux, et que le chlorure de zinc de Burnett est

aussi à un prix trop élevé pour la pénétration des bois, propose de substituer à ces sels « le sulfate ou vitriol de manganèse » et aussi d'autres sels manganésifères dont l'excès d'acide aurait été préalablement saturé par la chaux. Il a ainsi conservé pendant dix ans des planchers et lambourdes placés dans un rez-de-chaussée humide. Cette même liqueur pourrait servir, dit-il, à l'extinction des incendies.

98. — Parkes (en 1843), puis **Passez** (1845).

« Caoutchouc dissous dans du carbure de soufre ou de l'eupione. *Manipulations :* enduit ou imprégnation. » (M. Stoëckhardt.)

Revoir *Doc.*, n°s 53 et 70.

99. — Earle (1843).

« Solution de sulfate de fer ou de cuivre. *Manipulations :* immersion. » (Id.) Voir Doc. 52, etc.

100. — Burkes, d'après **Reichenbach** (1844).

« Verre soluble et sulfate de fer. *Manipulations :* le bois est d'abord exposé à la vapeur, puis imprégné d'une solution de sulfate de fer, et enfin de verre soluble. » (Id.)—La solution ferrée paraît préférable à l'usage d'un acide libre pour déterminer le dépôt de la silice. Voy. *Doc.* 82,—91,—104,—113.

101. — Tissier (1844).

Pour assurer aux matières organiques « un nouveau mode de conservation », l'inventeur recommande de passer d'abord le bois à l'étuve ou appareil clos qui doit avoir de grandes dimensions; construite en pierre ou en plaques métalliques, elle reçoit un courant d'air sec et chaud qui pénètre par l'une des extrémités du bâtiment, partie inférieure, et se trouve aspiré à la partie supérieure opposée, soit à l'aide d'une machine aspirante, soit au moyen du vide obtenu par la vapeur d'eau condensée dans des récipients analogues à ceux des machines à basse pression.

Le desséchement des bois étant obtenu, l'introduction d'air chaud cesse, mais on laisse se continuer l'action du vide. L'étuve est mise

en communication avec un réservoir contenant une dissolution chaude de sulfate de fer qui se précipite dans l'étuve et y rencontre le bois. La solution conservatrice de fer peut être remplacée, dit l'auteur, par du sulfate de cuivre, du sulfate d'alumine ou du sulfate de zinc. La durée de l'imprégnation varie suivant le volume des pièces de bois; elle est en tous cas abrégée par l'état de vacuité des vaisseaux ligneux et par la température élevée de la liqueur conservatrice. L'expulsion de cette liqueur s'opère par la partie inférieure; il suffit de faire rentrer l'air dans l'appareil. (Voir *Doc.*, n° 52.)

102. — Mermet (1844).

« Pour un système de conservation des substances organiques », l'auteur emploie l'alun, le sulfate de zinc, le sulfate de fer; ce dernier lui paraît préférable, à cause de la modicité du prix. (Voir Becher et *Doc.* 12.—52,—64, etc.)

Dans un réservoir, cuve ou citerne, susceptible d'être hermétiquement clos, on fait dissoudre : dans 20 litres d'eau, 3 kil. de l'un des sels ci-dessus. Ces 3 kil. peuvent être composés, par parties égales, des deux ou trois sulfates. Quelques heures après la préparation de ce liquide, l'auteur y plonge les objets à préparer, après avoir retiré l'air à l'aide d'une machine pneumatique ou pompe à air. « J'obtiens les mêmes résultats, ajoute-t-il, par la simple immersion, imbibition, autrement dit par des bains dans lesquels je fais séjourner les objets à peu près le même laps de temps (que j'opère par le premier mode ou le second), c'est-à-dire que le bois y séjournera autant de fois soixante heures qu'il y aura de fois 27 millimètres d'épaisseur. »

Le document officiel ajoute « que les pièces de bois doivent être placées verticalement dans le bain, et qu'il est bon de les retourner de bas en haut une ou deux fois pendant l'opération.... Pour plus de précaution, si l'on pense que le temps puisse détruire l'effet de cette préparation..., je l'enduis d'une couche de bitume, d'huile asphaltique, de goudron de résine ou minéral, de cire animale, d'huile de lin et de vernis d'huile. Les traverses pour chemins de fer, les conduits en bois pour l'eau, pour le gaz et les fosses d'aisances, étant ainsi préparés, se conservent bien plus longtemps. »

103. — De Saint (1845).

« Pour un procédé applicable à la conservation des bois.—La solution saline que j'ai choisie est le sulfate ou le chlorure hydraté de zinc, à cause de leur prix peu élevé. » L'auteur indique aussi les sels manganésifères et ajoute qu'après cette première immersion dans une solution métallique, on plonge le bois, etc., dans une solution faible de savon commun fait avec des graisses. Voici, suivant l'auteur, la réaction qui s'accomplit : l'un des sels métalliques (à 3° Baumé) pénètre dans les bois à traiter; l'albumine végétale s'unit à l'oxyde métallique et forme une combinaison qu'il désigne par le nom d'albuminate, tandis que l'acide sulfurique ou chlorhydrique reste dans l'eau. L'excès des sels métalliques est décomposé par le savon, et il se produit du margarate insoluble d'oxyde de zinc ou de manganèse qui se dépose dans le bois et rend ce dernier imperméable à l'humidité. L'acide rendu libre décompose le savon et provoque la mise en liberté de la matière oléagineuse qui reste alors interposée dans le tissu ligneux.

Dans l'appareil que décrit ensuite l'auteur de l'invention, les billes de bois passent d'abord dans une caisse chauffée par la vapeur d'eau libre qui élimine une matière jaunâtre plus ou moins visqueuse. Puis, immersion dans la solution métallique chauffée; et, enfin, dans la solution savonneuse. Remarque que l'oléate métallique est précipité dans le tissu même du bois, et que cet oléate n'est point redissous, comme au *Doc.* 43, dans un excès de liquide oléagineux. Voy. 110 ter,— 132.

104. — Ransome, puis **Newton** (1845).

« Solution de silice dans une lessive de soude caustique (verre soluble), décomposé ensuite par un acide.— *Manipulations :* après avoir expulsé l'air des pores du bois, on introduit par pression le verre soluble étendu, et enfin on plonge pendant quelque temps dans un acide. » (M. Stoëckhardt.) Voir *Doc.* 82,—91.

105. — Cte de Fussey et **Pelletier** (mai 1845).

Les inventeurs plongent le bois dans un bain composé de matières

goudronneuses, bitumineuses, d'huiles grasses et volatiles, etc., porté graduellement de 110° à 150°. S'il s'agit de bois destinés à être enfouis ou exposés à l'air, et qui peuvent recevoir avant l'injection la forme qui convient, on ne les laisse que peu de temps dans le bain, chauffé graduellement pour faire pénétrer les matières; puis, on élève brusquement la température, ou bien on porte les bois dans un autre bain très-chaud, afin d'opérer une carbonisation superficielle de ces bois. Au cas où l'on voudrait conserver aux bois leur couleur, il faudrait employer des résines incolores.

Les auteurs reconnurent ensuite (août 1845) que, par des injections successives de la même matière, ou de matières différentes, on obtient de bons résultats; ainsi, après avoir injecté de l'huile de colza, ils soumettent le bois à un bain de colophane.

105bis. — Claudot, architecte (1845).

.... « Nous avons soumis les bois à une chaleur d'étuve qui variait de 150° à 200°, suivant l'équarrissage des bois, leur essence, leur état hygrométrique et pendant un temps qui, suivant ces mêmes cas, variait de dix à quinze heures. Il est résulté de ce mode, non-seulement la dessiccation complète des bois, mais encore un commencement de *distillation* qui produit de l'huile empyreumatique, etc. De plus, ajoute l'inventeur, outre que le bois ainsi traité devient plus dur, il ne reprend en aucune manière son état primitif et conserve la couleur brune.... » Ensuite l'inventeur fait la description d'une étuve mobile dont les dispositions permettent, suivant lui, de régulariser la température. (Voir *Doc.* 117, 123.)

106. — Sainte-Preuve (1845-1848).

M. Sainte-Preuve soumet à l'Académie une note sur la conservation des bois. « Ce procédé, dont M. Sainte-Preuve a conçu l'idée il y a environ cinq ans, à l'occasion des expériences que faisait M. Bréant sur le même sujet, a été appliqué sur une petite échelle... Sa note renferme la description de l'appareil... Quant au procédé, le principe en consiste à remplir les pores du bois de vapeur aqueuse, et à condenser ensuite cette vapeur par un abaissement de température, de manière à produire un vide qui détermine la pénétration des

liquides conservateurs. » (*Compt. rend. de l'Acad.*, 1er déc. 1845, t. XXI, p. 1220.) L'auteur signale les inconvénients des procédés jusqu'alors employés, puis il expose un moyen qu'il croit plus propice à la conservation des bois : « Les bois débités sont introduits dans des vases oblongs, fermés à l'une des extrémités par les obturateurs internes qui sont appliqués contre les *trous de l'homme* de nos chaudières à vapeur. La vapeur venue d'un générateur est admise dans ces vases avec grande vitesse ; elle en chasse complétement l'air qui sort par l'extrémité opposée à celle qui reçoit le tube par lequel arrive la vapeur. Bientôt la vapeur se condense ; un robinet ferme le passage par le tube, un autre tube est ouvert, lequel aboutit au fond des vases ; et le liquide contenu dans le même générateur est injecté par la pression même de l'atmosphère interne de ce générateur, dans les vases, et, par conséquent, dans le bois où se condense la vapeur d'eau. Alors on aura le passage par les deux tubes dont je viens de parler et, la vapeur pressant également dans les deux sens, l'excès de liquide injecté dans les vases peut retourner au générateur. On le voit, il n'y a ici que des robinets à ouvrir et à fermer pour faire circuler les liquides. Chacun des vases sert à son tour ; on charge l'un de bois, pendant que l'autre est injecté de vapeur, pendant qu'un troisième est injecté de liquide, etc. Si la partie chimique du procédé adopté consiste à employer successivement deux liquides qui réagissent l'un sur l'autre, il faut alors une deuxième chaudière. » (*Compt. rend. de l'Acad.*, décemb. 1848.)

107. — Favrin (1845).

« Pour préparation de billes ou traverses de chemins de fer et des bois de construction. » — On perfore les billes dans toute leur longueur et, au milieu de chaque bille, on pratique un ou plusieurs trous de un à deux centimètres de diamètre environ. Si les billes sont en bois tendre ou blanc, indépendamment des trous ci-dessus indiqués, on perfore chacune d'elles de quatre trous transversaux, juste à la place que doivent occuper les coussinets ; ces trous doivent avoir un diamètre de *cinq centimètres* environ et avoir tous le même calibre.

« Lorsque les billes sont ainsi préparées, ajoute la publication officielle, je les place dans une chaudière en cuivre rouge établie sur

un fourneau et contenant un mélange de 100 parties de goudron (en poids) et de 10 parties d'acide sulfurique ou muriatique à 10° de densité, aréomètre de Baumé.

« Il faut que le mélange de goudron et d'acide soit porté à l'ébullition avant d'y plonger les billes, et qu'il y soit maintenu pendant tout le temps de l'opération ; chaque immersion des billes dans ce mélange bouillant devra durer vingt minutes au moins, etc... » L'auteur prend soin de boucher les quatre trous avec des chevilles en *chêne bien sec*, afin que l'humidité les rende plus adhérentes. Ces chevilles sont destinées à recevoir les crampons qui maintiennent les coussinets.

108. — Venzat et Banner (1846).

Les auteurs de cette note (*Technolog.*, janv. 1846) constatent que les sels métalliques, employés depuis quelque temps pour la conservation des bois, ont trouvé des partisans et des détracteurs. Les expériences, tentées sans succès sur le chemin de Paris à Rouen, ont eu une réussite complète en Angleterre (bois pénétrés par Payn). « Ici (en France), on a recours au sulfate de cuivre; là-bas (en Angleterre), on a combiné le sulfate de fer avec le muriate de chaux. Ici l'on s'est contenté d'immerger seulement les bois dans une simple solution ; là-bas on a injecté tous les pores avec un double mélange. Chez nous, la végétation n'a été détruite, pour ainsi dire, qu'à la surface des corps ; chez nos voisins, les mêmes corps se sont trouvés complétement métallisés. » Telle est effectivement la cause unique des anomalies : tandis qu'on se bornait, en France, à la simple immersion des bois dans un liquide conservateur froid ou chaud, les Anglais faisaient pénétrer la liqueur jusqu'au centre avec l'appareil de Bethell ou les moyens de Payn.

Venzat et Banner eurent l'idée de recourir à ces derniers appareils qu'ils firent installer à Paris, près l'embarcadère du chemin de Sceaux, et inventèrent une nouvelle liqueur antiseptique ainsi préparée : « Les perfectionnements apportés par nous consistent à former sur un plancher une masse conique avec 500 kil. de limaille de cuivre, à humecter cette masse avec une solution de sel ammoniac composé de 12 kilogrammes de sel sur 100 litres d'eau, et lorsque l'action chimique commence à se manifester, à agiter la masse pour

exposer ses différentes couches à l'action de l'air. Cette opération terminée, on rétablit la forme conique du tas, et on ajoute encore une certaine quantité de solution ammoniacale. Le caractère métallique s'efface et prend celui d'une substance terreuse de couleur bleuâtre. Il reste à dissoudre cette substance dans l'acide sulfurique étendu d'eau, dans la proportion de 20 pour 100 d'acide, à injecter les bois par les procédés indiqués, et à décomposer l'oxyde par du muriate de baryte (1 kil. de sel pour 50 kil. d'eau, comme pour le muriate de chaux).

« Cette combinaison produit un sel métallique insoluble, d'une fixité extrême et d'un grand poids qui donne au bois ainsi préparé des qualités éminemment antiseptiques et le font résister aux agents animaux et végétaux les plus destructeurs. » C'était une erreur de croire qu'il se produit de la sorte « un sel métallique insoluble »; c'est, au contraire, un sel métallique très-soluble qui résulte de la double décomposition. Le sel insoluble qui vient très-heureusement remplir les pores du bois est le sulfate de baryte. Mieux vaudrait certainement que l'insolubilité appartînt au sel de cuivre.

$$Cl, Ba + SO^3, CuO = SO^3, BaO + Cl, Cu.$$

109. — Levalley-Dupeyron (janvier 1846 et mars 1847).

Afin de « préserver les bois et les murs de l'humidité », l'inventeur prescrit, s'il s'agit du bois, de le mettre dans un vase, en le recouvrant d'asphalte, et de faire chauffer. Après deux ou trois opérations, les pores du bois sont pénétrés et le bois est préservé; on peut encore le recouvrir d'un papier d'imprimeur qui a été imprégné d'asphalte.

109bis. — De Monicault (29 avril 1846).

En vue de « prolonger la durée des bois et surtout des traverses de chemins de fer », l'auteur de l'invention renferme les pièces de bois « dans un gros cylindre de tôle qui puisse se fermer hermétiquement; puis on y introduit de la vapeur d'eau à une tension de deux atmosphères environ. Cette vapeur s'introduit dans les pores du bois et, en se condensant, elle lessive, pour ainsi dire, ces bois et leur enlève la séve et autres principes qui se corrompent facilement ».

Après une heure de contact et d'action, la vapeur s'échappe du cylindre qu'on chauffe légèrement pour dessécher le bois.

Ainsi desséché, le bois est plongé dans un autre cylindre de tôle, pouvant aussi se fermer hermétiquement et contenant la composition suivante :

75 kil. goudron de houille à 10 fr.	7f	50
10 kil. de chaux grasse délitée à l'air, à 3 fr.. . .	»	30
5 kil. de sulfate ou de chlorure de zinc, à 100 fr.	5	»
10 kil. de graisse de bœuf, à 70 fr.	7	»
Total.	19	80

« On ferme hermétiquement le cylindre ; on le chauffe à une pression de deux atmosphères environ, qui suffit pour faire pénétrer la composition dans les fibres du bois ; on laisse alors refroidir le cylindre, puis on extrait les bois qu'on laisse égoutter et sécher sur des chantiers.

« On pourrait simplifier l'opération en plongeant les pièces de bois dans un cylindre en tôle posé verticalement et fermé seulement à sa partie inférieure. On chaufferait alors cette chaudière à une température de 100° environ au bain-marie, et on retirerait et remettrait successivement les pièces de bois au fur et à mesure qu'elles auraient séjourné une demi-heure environ dans la composition.....

« Le prix de revient de cette opération a été 0f,15 par traverse pour chemin de fer devant servir à l'exploitation des mines. Pour les traverses des grandes lignes, l'opération reviendrait à environ 0f,30 par traverse. »

110. — Knab (1846).

M. Knab emploie les sels métalliques dont les dissolutions sont chauffées à une température voisine de l'ébullition; la solution préférée par lui est le sulfate de cuivre (18 kil. dans 1,000 litres d'eau). La chaudière est en plomb et les parois sont préservées par des planches.

Les traverses de chemins de fer que l'on veut traiter sont plongées dans la chaudière où on les laisse environ une demi-heure; on les retire, en les prenant par les deux bouts au moyen de cordes.

A ces indications (Voir *Brev.* de sept. 1846), il convient d'ajouter

les excellentes remarques chimiques et les renseignements suivants fournis par M. Jousselin :

« M. Knab exploite actuellement (1854), pour la préparation des coins et traverses de chemins de fer, un procédé dont l'idée primitive est dû à M. Margary (*Doc.* n° 94), et qui n'est qu'une immersion dans le sulfate de cuivre. Son appareil consiste en une simple chaudière en cuivre ou en plomb dont les dimensions sont : 3 mètres longueur, 2 mètres largeur et 1 mètre hauteur, reposant sur un foyer par l'intermédiaire de carneaux en maçonnerie ; elle contient la dissolution de sulfate de cuivre, maintenue à la température de 60°. On plonge les traverses dans la chaudière et on les y laisse pendant une heure.....

« Ce procédé a l'avantage d'être peu coûteux..., mais nous ne pensons pas que les produits obtenus puissent lutter avec ceux d'une injection de sulfate de cuivre dans l'appareil Payn. M. Knab a fourni une assez grande quantité de traverses à la compagnie de Strasbourg, avec un traité avec elle pour un prix de 0f,55 par traverse. »

Dans la séance du 15 décembre 1845 (*Ac. des sc.*) a été lue une lettre de M. Knab « pour rappeler les résultats obtenus par M. Margary. Ces résultats, quoique connus de bien peu de personnes, rendent tous les jours de grands services à l'industrie. Le procédé Margary est, en effet, employé avec succès depuis plusieurs années en Angleterre ; en France, il a reçu de même d'utiles applications pour la conservation des traverses des chemins de fer de Saint-Étienne, de Rouen, du Havre et de Bordeaux, et l'on en fait présentement (1845) une application plus générale encore peut-être dans diverses parties des travaux du chemin de fer atmosphérique de Saint-Germain. »

110bis. — Gremon (mai 1846).

L'auteur fait consister son procédé dans un mélange composé de : 4 parties de goudron, 1 partie d'huile de lin, 1/2 partie de litharge. « On mêle ensemble ces substances dans un vase de fonte, on fait bouillir en plein air jusqu'à ce que la masse ait pris la consistance du goudron ordinaire et la couleur noire. Lorsque le mélange est arrivé à cet état, on y ajoute $\frac{1}{8}$ de partie de sulfate de fer réduit en poudre.... Ce vernis conservateur s'applique à chaud à l'aide d'une brosse ou

de tout autre moyen convenable sur le bois qui doit lui-même être chauffé à une température assez élevée pour expulser l'air et l'humidité.... Un autre moyen que j'emploie aussi avec succès consiste à plonger jusqu'aux $\frac{9}{10}$ environ et verticalement, dans la composition bouillante, le morceau de bois à préserver ». On retire le bois verticalement, on le laisse égoutter, puis on le saupoudre encore chaud d'une couche de sable fin passé au tamis.

110ter. — Petit (sept. 1846).

M. Petit imprègne les bois, renfermés dans un grand cylindre de fer, de différentes solutions dont il donne les formules; elles sont au nombre de 14. « Ces procédés, dit-il, consistent en deux imbibitions successives dans les bois de deux solutions séparées de substances conservatrices; l'une des deux solutions produit avec l'autre un précipité solide. » Je cite seulement quelques-unes des formules : 1° chlorhydrate de chaux et pyrolignite de chaux avec sulfate de zinc et sulfate de fer; — 2° chlorhydrate de manganèse et pyrolignite de chaux avec savon; — 3° chlorhydrate de zinc et pyrolignite de chaux avec savon, etc. Voir *Doc.*, 103.

111. — Payn, *à Londres* (1846).

(Quelques auteurs écrivent *Payne.*)

Payn prit une patente à Londres et un brevet en France (juin et nov. 1846) pour des procédés de conservation des bois. Je ne sais s'il existe au nom de Payn des titres antérieurs[1]. La spécification anglaise, dont je rappelle ici la date, se trouve insérée dans le *Repertory of patent inventions*, avril 1847, résumée dans le *Bull. de la Soc. d'Enc.*, déc. 1847, et dans le *Technolog.*, août, même année.

Le document français est ainsi résumé par les publications officielles : « L'invention consiste à imprégner la matière végétale à conserver d'une combinaison de soufre, d'où le soufre sera ensuite précipité. On emploiera avec avantage les sulfures de potassium, de baryum, de sodium, de calcium ou de strontium, et surtout les sulfures de baryum et de calcium.

[1] M. Stoërkhardt note cependant un procédé indiqué par Payn dès 1841.

« Voici comment on opérera si l'on veut employer le chlorure de baryum : on fait un mélange de $7^{k},254$ de sulfate de baryte pilé et de quelques kilogrammes de charbon pilé. On soumet le mélange, pendant une heure, à l'action d'une chaleur intense dans un four à réverbère chauffé à blanc.

« Le sulfure de baryum ainsi obtenu est versé en le remuant, et par portions, dans l'eau bouillante; on en ajoute jusqu'à ce que l'eau n'en puisse plus dissoudre. On laisse alors refroidir et on ajoute de l'eau froide jusqu'à ce qu'on obtienne une pesanteur spécifique de 1040. Cette solution sera mise à l'abri du contact de l'air.

« Les bois sont placés dans un appareil d'où l'on chasse l'air en y faisant arriver de la vapeur; la vapeur se condense, soit par le refroidissement de l'appareil, soit par l'injection d'un peu de solution de sulfure. On introduit cette solution par parties en continuant à faire le vide avec une machine pneumatique. Enfin, on introduit la solution avec une pompe jusqu'à ce que la pression soit de 60 à 70 kil. par $0^{m.c.},0009$. On laisse le tout dans cet état pendant une heure, et on fait écouler la solution qui n'a pas été absorbée. On fait de nouveau le vide, et on introduit avec une pompe une solution de sulfate de fer; on la prépare de manière que 4 litres d'eau contiennent 623 grammes de sulfate. »

Sur ce dernier point, le *Bull. de la Soc. d'enc.* ajoute : « Pour précipiter le soufre dans l'intérieur même du bois ainsi injecté, il (l'auteur) le pénètre d'une nouvelle liqueur contenant un acide ou un sel, lequel donne, avec la base du sulfure, un précipité insoluble. La dissolution que M. Payn emploie de préférence est celle de sulfate de fer du commerce, contenant 12 à 15 p. 100 de ce sel. Le bois est ainsi injecté, suivant l'auteur, de soufre, de sulfate de baryte et d'oxyde de fer. »

Ces dernières indications ne me paraissent pas chimiquement exactes : il se produit du proto-sulfure de fer et du sulfate de baryte; une formule tout à fait élémentaire le démontre :

$$SBa + SO^{3}, FeO = SO^{3}, BaO + FeS.$$

Or, le sulfure de fer, avide d'oxygène qui le transforme en sulfate peroxydé, est-il bien l'agent le plus propice à la conservation ?

Au cas où l'on ferait intervenir un acide libre pour décomposer le sulfure de baryum, le soufre s'échapperait presque entièrement sous forme d'hydrogène sulfuré.

M. Stoëckhardt a analysé quelques échantillons de bois ainsi *métallisés* par le procédé de Payn; voici les résultats fournis par l'analyse de 100 parties de chacun des bois suivants, lesquels avaient été préalablement desséchés à 100° C. (*Techn.*, t. IX.)

	Poids des cendres.	Poids de l'oxyde de fer.		Sulfate de fer anhydre.	Sulfate de fer cristallisé.
Chêne métallisé. . .	6,2	5,0	soit	9,5	17,3
Hêtre id. . . .	5,9	4,6	id.	8,7	15,9
Sapin id. . . .	6,8	5,7	id.	10,8	19,8

Ces quantités de fer sont vraiment énormes. Dès que la momification de l'albumine est assurée, et qu'il y a une dose un peu surabondante du sel conservateur pour pourvoir aux déperditions, il semble dangereux d'insérer dans le tissu du bois une telle surabondance de sel qui, en cristallisant, peut broyer les fibres et les vaisseaux ligneux.

A ces renseignements, j'ajoute encore la description fournie par M. Jousselin; la clarté des explications suivantes me paraît telle, qu'elle peut se passer du dessin joint au texte : « Dans les premiers temps, le liquide antiseptique dont il (Payn) s'était servi était le sulfate de fer, sel à réaction acide et qui désagrége le tissu du bois; mais, d'après l'idée de Watteen, il modifia le procédé en introduisant dans le bois successivement une solution de sulfure de baryum et une solution de sulfate de fer..... L'appareil Payn est presque généralement employé en France, en Angleterre et en Allemagne pour les traverses de chemins de fer. En France, la préparation d'une traverse par ce procédé coûte 75 centimes.

« L'appareil Payn se compose : 1° d'un grand cylindre en tôle A, de 7 à 8 mètres de long sur $1^m,50$ de diamètre environ, posé horizontalement. Les plaques de tôle dont il est composé ont $0^m,008$ d'épaisseur; il est muni de soupapes de sûreté et de manomètres. Sa partie antérieure est fermée par une calotte en fonte solidement boulonnée, qu'on fait mouvoir à l'aide d'une grue tournante. C'est dans ce cylindre qu'on introduit le bois à préparer.

« 2° D'une machine à vapeur B, de la force de 2 chevaux, qui

sert à mettre en mouvement une pompe C à faire le vide dans le grand cylindre, et deux autres pompes foulantes D, D' pour y introduire les liquides antiseptiques ;

« 3° Sous ce cylindre A sont placées deux cuves E, F contenant les dissolutions; il communique avec elles au moyen de tubes munis de robinets ;

« 4° Chaque pompe foulante communique avec la cuve dont elle doit aspirer la dissolution et avec le cylindre où elle doit l'injecter. La pompe à air et la chaudière de la machine à vapeur communiquent également avec le cylindre par des tubes spéciaux munis de robinets.

« Voici la marche de l'opération :

« Les traverses sont attachées sur de petits wagons au moyen de cercles de fer ; chaque wagon H, H' peut supporter une trentaine de traverses de $2^m,70$ de longueur, sur $0^m,25$ de largeur et $0^m,15$ d'épaisseur. Les wagons sont amenés devant le cylindre où on les introduit, en les faisant rouler sur des rails placés contre la paroi inférieure. Le cylindre peut renfermer alors 60 traverses environ. On le referme au moyen de la calotte en fonte que la grue ramène devant l'orifice, puis on la boulonne fortement.

« Alors, au moyen du tube qui met en communication le cylindre et la chaudière, on lance dans le cylindre, pendant quinze minutes, un jet de vapeur destiné par sa condensation à produire un vide; il sert en même temps à ouvrir les pores du bois, en lui enlevant la séve qu'il renferme. On referme le robinet du tube de vapeur et, au moyen d'un tube percé de trous, on laisse tomber de l'eau froide sur la partie supérieure du cylindre. Au bout de cinq minutes, la condensation est effectuée. Pour compléter le vide, on fait manœuvrer pendant cinq minutes la pompe à air, puis on ouvre le robinet de la cuve de sulfure de baryum. La pression atmosphérique fait monter le liquide, et le cylindre se trouve presque entièrement rempli. On ferme le robinet d'admission et on achève de remplir l'appareil en faisant jouer la première pompe foulante jusqu'à ce qu'on obtienne une pression de 8 à 10 atmosphères; on laisse cette pression s'exercer pendant quarante minutes, et on fait rentrer le sulfure de baryum dans la cuve inférieure. On recommence à faire

dans le cylindre un vide que l'on maintient pendant dix minutes, alors on introduit et on comprime le sulfate de fer de la même manière que le sulfure de baryum, puis on le laisse retomber dans la cuve.....

« En Prusse, on se sert de l'appareil Payn pour la préparation des traverses par le sulfate de cuivre.... Il sert sur les chemins de fer du Hanovre à injecter les bois de chlorure de zinc. »

L'appareil de Payn rappelle donc les principes appliqués par Bréant et par Bethell. L'injection des deux liqueurs choisies pour opérer un dépôt sulfuré dans les interstices du bois ne paraît pas, à la théorie du moins, complétement satisfaisante. Bien plus heureuse a été l'idée de faire pénétrer profondément dans les bois des produits pyrogénés fournis par les goudrons (créosote); c'est ainsi qu'en Angleterre on assure la conservation de toutes les traverses de chemins de fer. Bethell a généralisé par sa méthode l'application de ce liquide goudronneux.

Voir le dessin de l'appareil d'injection que MM. Légé et Fleury-Pironnet ont fait breveter en 1857. *Doc.* n° 145.

112.— Renard-Perrin et **Testud de Beauregard** (septembre 1846).

Ces inventeurs ont obtenu un privilége pour « des appareils propres à colorer les bois ». Quelques indications d'abord empruntées à M. Jousselin : Les inventeurs « commençaient par décolorer le bois, en introduisant successivement dans le tissu ligneux une dissolution de soude à 1/4 de degré, de l'eau, une dissolution d'hypochlorite de chaux, et, enfin, de l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique. Ces précautions prises, on introduisait la substance tinctoriale....

« Dans leur second appareil plus perfectionné, les pièces de bois étaient placées horizontalement; l'un des bouts recevait, au moyen d'un ajustage spécial, le liquide colorant; à l'autre bout, un plateau muni d'un tube venait communiquer avec un récipient dans lequel on enflammait de l'étoupe; il se produisait un vide dans le récipient et ensuite dans la pièce de bois, le liquide était entraîné et était recueilli à la partie inférieure du récipient. »

Le cylindre métallique, dans lequel s'opérait la combustion de

l'étoupe imprégnée d'esprit de bois, constituait, suivant les inventeurs, une véritable *ventouse* appliquée à l'obtention d'un produit industriel.

M. Perrin « adapte au bout d'un tronc, coupé à 2 ou 4 mètres de longueur, un vase en fonte dans lequel il fait le vide en un instant par la combustion d'une étoupe imprégnée d'esprit de bois. L'autre extrémité de la pièce de bois mise debout étant dans toute sa section en contact avec un liquide maintenu par un rebord de tissu imperméable, on conçoit que la pression atmosphérique pousse le liquide et lui fasse en une, deux ou trois opérations, traverser tout le corps du tronc de l'arbre. » (Payen, *Préc. de ch.*, p. 76.)

Une grande usine avait été établie à la Villette, à Paris (rue d'Isly) pour la coloration des bois dits *exotypes;* voici les indications de prix fournies par M. Payen dans son rapport de février 1849 : « Ces bois sont inattaquables par les insectes..... On les livre aux prix de 0f,25 à 0f,80 par kilogramme. Pour la menuiserie, ils ne dépassent que d'environ 10 pour 100 le prix des plus beaux bois de chêne de Hollande. Enfin, mis en placage, ces bois valent de 2 à 3 francs le mètre superficiel. Ce sont des prix inférieurs à ceux des bois des îles, et tout porte à croire que cette industrie, exploitée déjà sur une assez grande échelle, prendra bientôt de plus considérables développements. »

Ces espérances ne se sont pas réalisées. M. Payen écrivait plus tard : « Des difficultés entre les inventeurs, dont les brevets sont actuellement expirés, ont amené malheureusement la fermeture de la grande usine spéciale où l'on injectait ces bois. » (*Chim.*, même p. 76.)

On peut consulter encore :

1° Le brevet de MM. Renard-Perrin et Testud de Beauregard (18 sept. 1846) ;

2° Le *Bull. de la Soc. d'enc.*, sept. 1847 et fév. 1849 ;

3° Les *Compt. rend. de l'Ac. des sc.*, notamment les nos du 3 janvier et 28 août 1848 ; 5 mars et 23 avril 1849 ;

4° Une brochure in-4° autographiée que j'ai déjà signalée à la page 224, et qui porte le titre de *Tableau synoptique des principaux procédés d'injection des bois.*

Je n'insiste pas sur ces détails rétrospectifs. Le lecteur qui aurait

quelque désir de lire ces anciens documents, trouve ici reproduites les principales indications qui peuvent favoriser ses recherches; il pourrait encore consulter le *Génie industriel*, d'Armengaud, t. Ier, année 1851.

113. — **Ador** (décembre 1846).

M. Ador réclame à cette date un brevet d'invention en France « pour des procédés de conservation et de durcissement des bois ». L'inventeur fait un silicate de potasse, de soude ou de lithine.... Le silicate de potasse s'obtient en faisant fondre dans un creuset 3 parties de potasse à 65° et 4 $\frac{1}{2}$ parties de sable. Pour le silicate de soude : 3 de soude pour 4 $\frac{1}{2}$ de sable. Pour la lithine : 3 $\frac{1}{2}$ de carbonate de lithine et 4 $\frac{1}{2}$ de sable.

Le silicate étant fondu, on le coule, et puis on le fait dissoudre dans de l'eau chaude, formant ainsi trois dissolutions de densités diverses : à 15°, 25°, et 42° Baumé.

Le bois à préparer est enduit de la dissolution chaude à 15° qu'on passe avec un pinceau; celle-ci séchée, on passe la deuxième à 25°, et, enfin, la troisième à 42°, mais cette dernière un peu épaissie par l'une des substances suivantes : asbeste, mica, sulfates de baryte, de strontiane ou de chaux, sulfate ou carbonate de plomb, sciure de bois, ou en général de toutes susbtances inattaquables par les acides ou les alcalis.

Les bois sont soumis, après ces opérations, à l'action d'un gaz qui puisse s'emparer des bases, afin de laisser la silice seule dans les pores du bois.

Il convient de remarquer ici cette indication d'un acide gazeux pénétrant dans le bois déjà imprégné de silicates divers. (Voir *Docum.* 51, — 82, — 91.)

114. — **Watteen** et **Brochard** (janvier 1847).

(Quelques documents marquent Watteeu.)

Suivant les auteurs du brevet et la description officielle, il faut imprégner les bois de mélanges bitumineux dont l'action est combinée avec celle des solutions salines.

Préparation bitumineuse. — Goudron minéral 2/8; goudron de bois 1/8; huile de naphte 2/8; huile de schiste 3/8.

Les auteurs indiquent diverses préparations salines; j'en signale ici deux seulement :

N° 1. — Chlorure de calcium 1; sulfate de soude 1. Liqueurs séparées marquant 12° à 15° Baumé. On doit commencer par injecter le chlorure de calcium.

N° 2. — Chlorure de fer et sulfate acide d'alumine. La solution de ces deux sels (marquant 12° à 15° Baumé) est injectée dans le bois. On introduit ensuite une solution de sous-carbonate de soude qui occasionne la production du sel marin, du carbonate de fer, de l'alun et de l'alumine.

Enfin, en mélangeant : essence de schiste 2/6; huile de naphte 3/6; goudron de bois 1/6, on obtient du bois le plus beau poli. « Pour imprégner les bois des différentes solutions et préparations désignées, on se sert d'un cylindre dans lequel sont placés les objets auxquels on veut appliquer ces moyens de conservation, et puis on opère le vide en remplissant l'appareil de vapeur, que l'on condense en injectant avec force, au moyen d'une pompe, une portion de la solution froide de l'un ou de l'autre des sels indiqués..... On lance sur les parois extérieures des jets d'eau froide. Après avoir obtenu ainsi un vide partiel, on fait écouler la solution hors de l'appareil, et on introduit ensuite par les mêmes moyens la seconde solution. »

Pendant une heure, on maintient le tout en cet état, et on emploie alors des pompes pneumatiques, avant de faire agir la compression sur la liqueur bitumineuse; cette compression doit aller jusqu'à 50 et 60 kilogrammes par $0^m,009$ carrés. Si, au lieu de considérer les moyens pratiqués pour arriver à la pénétration des bois, on examine seulement les actions chimiques et physiques, on constate qu'il y a ici une double action : le dépôt dans le bois de substances conservatrices retenues par l'enduit goudronneux.

M. Payen s'exprime ainsi au sujet d'un procédé de M. Watteeu :

« M. Watteeu emploie avec succès l'injection par le procédé Payn de deux agents antiseptiques : d'abord une solution de 5 de sulfure

de baryum dans 100 d'eau; ce liquide étant retiré du cylindre, on le remplace par une solution contenant 5 de sulfate de fer pour 100 d'eau, et pendant 5 heures chaque fois, sous la pression de 10 atmosphères. » (*Chimie*, 5e édit.)

115. — Busse, *de Saxe* (1807).

L'auteur de cette invention se propose de préparer les traverses de chemins de fer avec deux billots de bois reliés entre eux par de minces tringles de bois. Les deux extrémités portent les rails et leurs attaches. Pour prévenir les altérations, il les revêt d'une enveloppe ainsi produite : dans une grande poêle en fer-blanc, il fait fondre 1kil.,5 de soufre brut et 12 kil. de goudron de houille. Lorsque la masse est en fusion, on ajoute 15 à 18 kil. de chaux en poudre fine, bien sèche, délitée par l'air ou par une petite quantité d'eau. Puis, on met 0mc,12 de gros gravier. Dans cet état, et toute bouillante, on introduit la composition dans le moule qui contient la traversine de bois toute préparée. Le coût est de 3f,60.

115bis. — Fournier-Caillot (mars 1847).

L'inventeur presse sur le liquide conservateur, renfermé avec le bois en vase clos, en faisant agir une pompe à air qui exerce sa pression sur ce même liquide et l'oblige à pénétrer dans le bois : « Pour la conservation des bois, j'introduis dans le vase de l'eau chargée de carbonate de chaux que je charge (par la pompe à gaz) d'acide carbonique. J'emploie avec le même succès le carbonate de plomb. Je fais aussi usage de carbonate de soude pour la première absorption et de sulfate de manganèse pour la seconde. J'opère également avec le sulfate de zinc,... » etc. Ces dispositions ont ultérieurement été modifiées par l'auteur (juin 1847) qui a placé à chaque extrémité d'un arbre abattu et couché un manchon métallique; l'un de ces manchons sert de réservoir au liquide conservateur comprimé, et l'autre à la pompe pneumatique.

116. — Millet (1847).

« Pour enlever au bois l'eau séveuse ou l'eau de végétation qu'il contient, j'ai obtenu de très-bons résultats, en injectant dans les fibres

ligneuses, à l'aide de différents appareils, et notamment d'une pompe foulante, de l'air chaud ou froid.... On peut, dans le même but, injecter des gaz, de la vapeur, des liqueurs volatiles et siccatives.... Au moyen d'une pompe d'injection, l'on peut facilement introduire, dans toutes les parties du bois à l'état vert, sec ou demi-sec, des liqueurs conservatrices ou colorantes. » (*Bull. de la Soc. d'enc.*, année 1847, t. XLVI.)

116bis. — Lafollie (1847).

L'auteur établit une auge rectangulaire, analogue à celle des maçons, c'est-à-dire plus droite au fond qu'à la partie supérieure : deux des parois latérales sont faites d'un tissu perméable : « On y verse le liquide destiné à remplacer la séve; ce liquide s'échappe à travers le tissu qu'il mouille extérieurement, tombe goutte à goutte, s'écoule dans une rigole inclinée placée au-dessous de l'auge et arrive dans un récipient quelconque (une cuve, par exemple) où la rigole le conduit. Cette préparation faite, et pendant l'écoulement lent du liquide, il suffit d'appliquer la section des billes à pénétrer sur les parois du tissu de l'auge, en ayant soin d'incliner ces billes de manière que la section mouillée par le liquide soit la plus élevée : bientôt la séve s'écoule et la pénétration s'opère. »

La principale solution utilisée par l'auteur est le sulfate de cuivre.

117. — Cox, *de Battersea* (1847).

On chauffe d'abord le bois jusqu'à une température inférieure de 10° environ à celle où commencerait la carbonisation, « et on sait que cette température varie de quelques degrés, selon la nature ou l'espèce de bois, mais que la température à laquelle commence la carbonisation est généralement celle de 149° C. »

Le bois étant sec est plongé dans un bain de substances bitumineuses fondues; mais préalablement ces goudrons ont été débarrassés des acides et huiles qu'ils contiennent, en les faisant chauffer avec des alcalis (soude, potasse ou chaux). Unis à la stéarine, ces bitumes constituent l'agent conservateur. La dose de stéarine est augmentée, lorsqu'on veut obtenir des bois qui n'offrent pas une coloration trop brune. Et même, pendant que ces corps gras sont en

fusion, l'auteur ajoute un centième d'oxyde d'arsenic ou de sublimé corrosif, afin d'introduire un poison destiné à réagir contre les insectes. Ces substances vénéneuses doivent être préalablement réduites en poudre très-fine.

La matière bitumineuse ainsi préparée, on y met le bois pendant qu'elle est en fusion; on couvre le vase et la pénétration pourrait être activée à l'aide du vide et aussi au moyen d'une pompe en foulant l'air dans le vase ainsi maintenu à une certaine tension. Les matières poreuses, telles que tuiles, etc., pourraient subir la même préparation.

Voir les *Doc.* 64, — 93, — 105bis, ainsi que les nos suivants 117bis et 118.

117bis. — Bon de Wetterstedt (mai 1847). — **Giberton** (septembre 1847).

Le premier auteur s'applique surtout à préserver le fer de l'oxydation ; néanmoins, il indique une recette propre à assurer la conservation du bois : « 15 kil. goudron et 15 kil. poix végétale ou de charbon de bois. Je mets le goudron dans une marmite placée sur le feu, j'y ajoute la poix et environ 2 à 3 kil. de suif ou d'huile de spermaceti, et de 7 à 8 kil. de suie de cheminée séchée et tamisée... Je prends soin de jeter la suie par petites portions dans la marmite, afin d'empêcher le mélange de s'enfler... Cet enduit est très-solide et prévient les attaques des vers de mer. »

Le moyen décrit par M. Giberton consiste à placer debout les billes de bois dans un récipient imperméable, ouvert par son extrémité supérieure, et d'une hauteur qui excède celle des billes de bois. « On ferme l'ouverture par un couvercle imperméable soigneusement luté, après avoir préalablement rempli de liquide le récipient, en laissant toutefois un petit espace entre le niveau du liquide et le couvercle. Les billes de bois doivent être maintenues debout dans l'appareil, et leur extrémité supérieure doit affleurer ou légèrement dépasser le niveau du liquide. L'appareil ainsi disposé, on fait le vide dans l'espace compris entre le niveau du liquide et le couvercle..... »

Voir *Doc.* 64, — 102.

118. — De Gemini (1848).

Le 27 mars 1848, l'Académie des sciences reçut du Ministre de la marine une lettre qui renvoyait à son examen un travail de M. de Gemini sur la conservation des bois. La note insérée dans les *Comptes rendus* se trouve ainsi résumée dans le *Bulletin de la Soc. d'enc.*, mai 1848.

« Le problème de la conservation des bois ne consiste pas à produire temporairement dans les bois des combinaisons douées de propriétés antiseptiques, mais bien d'imprégner le bois d'une substance à la fois antiseptique et insoluble, en un mot d'assurer aux effets obtenus la persistance, condition sans laquelle le but essentiel ne saurait être considéré comme atteint.

« L'auteur fait pénétrer les matières bitumineuses, telles que le goudron, dans le tissu même du bois, à des profondeurs suffisantes pour assurer, d'une part, la cohésion des fibres ligneuses entre elles ou avec des combinaisons salines antérieures ; de l'autre, l'absence de pénétration de l'humidité tendant à dissoudre les sels et à désagréger le tissu. L'auteur a obtenu cette imprégnation partielle ou complète par le goudron minéral seul, sans l'adjonction ni des huiles de naphte ou de schiste, ni d'autres essences destinées à en atténuer la densité naturelle. Avant d'être soumis à l'imprégnation, les bois renfermés dans le cylindre de l'appareil y subissent d'abord une dessiccation presque complète au moyen de la vapeur portée à une haute pression, de manière que la pénétration des solutions salines ou du goudron s'opère non-seulement avec plus de facilité, mais qu'elle ne renferme pas dans le bois les principes d'humidité qui lui sont naturels. Quant aux moyens d'opérer l'imprégnation, ils consistent dans la formation du vide à l'intérieur du cylindre de l'appareil, et dans la pression exercée sur les liquides par une pompe foulante.

« Il est à remarquer que, dans l'imprégnation par le goudron, il s'opère, à une certaine profondeur dans le bois, une séparation de la partie solide (la poix) d'avec la partie huileuse et subtile ; la première, s'arrêtant à une profondeur de deux à trois centimètres, résiste alors à l'énergie de la pression, mais la portion huileuse continue de s'infiltrer beaucoup plus profondément et même jusqu'au cœur du bois, si l'opération est suffisamment prolongée. »

En lisant le Compte-rendu de l'Académie des sciences, on trouve manifestée par l'auteur cette pensée qu'il faut prévenir « toute pénétration de l'humidité tendant à dissoudre les sels et à désagréger le tissu, ne perdant point de vue que, puisque cette désagrégation résulte toujours de l'introduction des sels métalliques, la solidification du bois au moyen de ces substances n'est réelle qu'autant qu'elles demeurent interposées dans le tissu. » (*Compt. rend.*, t. XXVI, p. 388.)

L'Académie, par l'organe de sa Commission, n'a pas cru devoir accepter cette doctrine. Je reproduis ci-après les termes mêmes du rapport lu par M. Decaisne à la séance du 14 août 1848. Ce document, en complétant d'ailleurs la description qui précède, nous fera mieux connaître le procédé de M. de Gemini, et permettra de toucher à quelques questions de principes abordées dans le mémoire de l'auteur du procédé.

« Le travail de M. de Gemini se divise en deux parties : dans la première, il passe en revue et critique les différents procédés employés avant lui pour la conservation des bois; dans la seconde, il décrit sommairement son appareil, et indique les substances dont il fait ou peut faire usage.....

« Il a paru d'abord à votre Commission que c'était contrairement aux données les plus précises de la science et de la pratique que M. de Gemini croit avoir remarqué que les sels introduits dans le bois ne l'imprègnent que de substances plus ou moins solubles ou même de principes volatils ou fugaces ; d'où il suivrait que, dans un temps limité, venant à abandonner, ne fût-ce que partiellement, les bois imprégnés, ces substances ne feraient autre chose que de désagréger les fibres ligneuses entre lesquelles elles auraient été introduites avec force, rendant ainsi les bois plus aptes, même qu'en leur état normal, à subir l'influence des causes d'altération.

« Toutes les observations ont, au contraire, démontré à votre Commission que les combinaisons de certains oxydes métalliques avec le bois jouissent d'une stabilité telle, que des lavages prolongés, soit d'étoffes, soit de filasses, ne diminuent pas d'une manière appréciable la quantité de cuivre dont on les a imbibées;

« Qu'il a été officiellement constaté que les bois de hêtre et de charme imprégnés de sulfate de cuivre ne présentaient pas, après

cinq ans de séjour en terre, le plus léger indice d'une altération quelconque.

« Votre Commission combat donc l'opinion de M. de Gemini touchant l'action désorganisatrice des sels métalliques sur les fibres ligneuses. »

Une première pause ici et un rappel des principes. A l'époque où la Commission émettait cette première conclusion, les expériences de conservation qui exigent du temps, beaucoup de temps, n'avaient pas été suffisamment prolongées. Depuis, on a vu que trop souvent on procédait à la conservation des bois d'une manière détestable : on exagérait la dose des sels introduits, croyant par là assurer au bois une plus longue durée. Ce dernier résultat était obtenu, en effet, lorsque le bois injecté demeurait plongé dans une humidité constante, parce que alors les cristaux salins ne se produisaient pas ; au contraire, cette liqueur saline surabondante dans le tissu ligneux venait-elle à cristalliser dans un milieu sec, alors les cristaux faisaient *coin* entre les fibres qui se désagrégeaient. Trop souvent aussi on employait des sels qui n'étaient pas neutres et attaquaient dès lors le ligneux à la manière des acides. Au cours de cette même année 1848, d'autres critiques très-vives ont été produites par MM. Hutin et Boutigny contre l'usage des sels métalliques. Un fait est certain aujourd'hui : le bois injecté de sels métalliques résiste, dans le sol, à la pourriture, non plus pendant 2 ans, mais pendant 10, 12, et 15 ans : c'est à peu près la limite de résistance du bois dans la terre. Donc, c'eût été un tort de repousser le concours évidemment très-efficace des sels métalliques bien appliqués ; donc, aussi, il faut reconnaître que la cause conservatrice finit par disparaître, et que les sels injectés ou leurs oxydes finissent par être emportés ; il y a loin de là à cette stabilité presque absolue admise par la Commission (revoir chap. VI, 2e partie). Ces considérations ou plutôt ces faits sont de nature à restreindre à la fois les critiques exagérées produites par M. de Gemini, par MM. Hutin et Boutigny, d'une part, et, d'autre part, à atténuer la désapprobation infligée par la Commission académique aux doctrines de M. de Gemini.

Le rapport ajoute : « M. de Gemini opère sur des bois secs ou desséchés dans son appareil qui consiste :

« 1° En un cylindre creux en fonte, destiné à renfermer les pièces de bois, et de force suffisante pour résister aux effets du vide intérieur ; une des extrémités de ce cylindre se ferme au moyen d'un couvercle serré par des écrous, elle donne passage aux pièces de bois à préparer. L'autre extrémité est munie d'une soupape ouvrant progressivement par une vis de rappel et servant à réintégrer l'air dans le cylindre ;

« 2° En trois réservoirs pour les solutions, placés dans le sol, sous le cylindre avec lequel chacun d'eux est en communication par un tuyau, avec robinet intermédiaire et plongeant jusqu'à peu de distance du fond du réservoir ;

« 3° En une pompe pneumatique s'appliquant au cylindre pour y faire le vide ;

« 4° En une pompe foulante destinée à injecter du liquide avec forte pression dans le cylindre ;

« 5° En un générateur destiné seulement à remplir le cylindre de vapeur par un tuyau de communication.

« L'appareil décrit par M. de Gemini, et avec lequel il a obtenu les pièces soumises à votre commission, se rapproche, comme on le voit, de l'appareil Bréant perfectionné par Payne, en Angleterre, où il est constant que, depuis plusieurs années, on imprègne le bois de matières bitumineuses. »

Enfin, la commission constate que dans les traverses de chêne le goudron n'a pu pénétrer jusqu'au cœur ; elle engage donc M. de Gemini à poursuivre ses expériences sur des essences moins réfractaires à l'imprégnation.

La portée pratique du procédé a peut-être échappé à la Commission. Lorsque l'auteur déclare qu'il est essentiel de prévenir le retour de l'humidité dans le cœur du bois, il a complétement raison, puisque le va-et-vient de cette humidité doit entraîner la combinaison métallique et apporter les germes septiques. Si je comprends bien l'économie de la méthode proposée, elle consisterait à faire subir une dessiccation presque complète au moyen de « la vapeur portée à une haute pression », facilitant par là la pénétration de la matière saline antiseptique. Cette liqueur saline elle-même et sa combinaison intime au ligneux et à l'albumine seraient mises à l'abri de l'humidité par

une imprégnation goudronneuse « qui assurerait la cohésion des fibres ligneuses entre elles ou avec des combinaisons salines antérieures »; car l'auteur ajoute avec raison que le « problème de la conservation des bois ne consiste pas à produire temporairement dans les bois des combinaisons douées de propriétés antiseptiques, mais bien d'imprégner le bois d'une substance à la fois antiseptique et insoluble, en un mot d'assurer aux effets obtenus la persistance, sans laquelle le but essentiel ne saurait être considéré comme atteint. »

En 1853, Bethell plongeait dans du goudron le bois qui avait été d'abord imprégné de sulfate de cuivre, puis desséché. On considéra alors cette application de Bethell comme « réunissant toutes les conditions de succès » (Journal l'*Ingénieur*, t. II, p. 129). Les éloges ne furent pas ménagés à cette méthode; elle les méritait. Mais n'avait-on pas un peu trop oublié les importantes remarques de M. de Gemini et les *Documents* 12, — 102, — 114 ?

Il faut bien dire d'ailleurs que M. de Gemini, dont je rappelle ici les heureuses innovations, faisait trop bon marché de l'action conservatrice des sels métalliques introduits dans les bois préalablement au goudronnage; il finissait même par donner la préférence au goudron tout seul, parce que c'est le moyen le plus *efficace* et le plus *économique* pour les traverses et les bois de marine.

Ayant ainsi fait les réserves que provoquent certaines parties du travail de M. de Gemini (travail qui nous est surtout connu par des extraits ou des résumés), il me paraît juste de dire, en terminant, que c'est une œuvre qui mérite de fixer spécialement l'attention.

118bis. — Lecour (1848).

... « L'agent qui m'a le mieux réussi, dit l'inventeur dans sa spécification, est le muriate d'ammoniaque, lequel, aussitôt qu'il entre en ébullition, laisse échapper l'alcali volatil qui pénètre dans l'intérieur du bois, dans les chambres de chaleur où il se combine avec l'acide pyroligneux et le neutralise, après saturation complète... »

119. — Prof^r de Quatrefages (1848).

« *Sur un moyen de mettre tous les approvisionnements de bois de la marine à l'abri de la piqûre des tarets.* (*Compt. rend.*, janv. 1848) :

Le problème de la conservation des bois de la marine, d'après M. de Quatrefages, est une question physiologique qu'on peut énoncer de la manière suivante : *empêcher la transformation du germe en animal,* et pour cela, empêcher la fécondation des *œufs*, ou, en d'autres termes, tuer les spermatozoïdes. C'est cette idée, exprimée presque dans les mêmes termes, qui avait été émise par un autre académicien, c'est-à-dire par Homberg, dès 1705, pour la conservation des bois (*Doc.* 1). Mais notre savant académicien et naturaliste contemporain ajoute les indications précises qui suivent :

« ... Les résultats obtenus chez les sabellaires (annélides) me faisaient espérer qu'on pourrait résoudre le problème ainsi posé, si toutefois les sexes étaient séparés chez les tarets, comme chez les annélides tubicoles. Or, c'est ce qui existe en effet. Sur aucun des individus que j'ai examinés, et ils sont déjà fort nombreux, je n'ai trouvé en même temps des œufs et des spermatozoïdes..... Sans entrer ici dans le détail des expériences, je me bornerai à énoncer les résultats suivants :

$\frac{1}{200.000}$ de solution saturée de nitrate de cuivre tue tous les spermatozoïdes renfermés dans une goutte d'eau, dans l'espace de deux heures.

$\frac{1}{200.000}$ de solution saturée de sulfate de cuivre les tue dans l'espace de $1^h 25^m$.

$\frac{1}{200.000}$ de dissolution saturée d'acétate de plomb les tue dans l'espace de une heure.

$\frac{1}{2.000.000}$ de solution saturée de sublimé corrosif les tue en 40 minutes.

$\frac{1}{20.000.000}$ de la même solution les tue en deux heures. »

En conséquence, M. de Quatrefages propose de mettre les grands approvisionnements de bois de marine à l'abri des tarets, non plus en pleine eau, mais dans des bassins qui recevraient en même temps que l'eau de mer une proportion suffisante des liquides indiqués. Pendant toute la durée de la ponte, il faudra maintenir cette proportion. L'action de ces poisons étant bien moins intense sur les larves et sur les individus parfaits, il y aurait économie et sûreté à agir sur la liqueur fécondante. L'auteur ajoute :

« Si, dans l'application en grand, tout se passait comme dans mes

expériences, un litre de dissolution saturée de sublimé corrosif, c'est-à-dire une livre environ de cette substance suffirait, pour tuer tous les spermatozoïdes de tarets contenus dans 20,000 mètres cubes d'eau de mer; mais il me paraît évident que, dans la pratique, cette proportion devra être augmentée par suite de la propriété qu'a le sublimé de se combiner avec les substances organiques. Peut-être pour cette raison, et aussi à cause de la différence de prix, y aurait-il avantage à se servir des sels de plomb ou de cuivre. »

120. — Hoëné-Wronsky (1848).

« *Pour la transformation du bois en une matière métallique.* »

Suivant l'inventeur, la *première opération* que doit subir le bois pour sa transformation, consiste à être trempé dans une solution d'alun, à la température de 20° à 30° C. suivant sa ténacité plus ou moins grande. Durée de l'immersion : de 24 à 48 heures. *Deuxième opération:* après avoir fait suffisamment sécher le bois, le faire bouillir dans l'huile saturée d'oxyde de fer, en prenant de préférence l'oxyde blanc (*protoxyde*). La durée de cette ébullition (de 2 à 6 h.) doit être proportionnée à la densité plus ou moins grande du bois. Le mérite de cette dernière préparation est sans doute d'introduire un oléate métallique. — Voir *Doc.* 43,— 103,— 110ter,— 132.

121. — May (1848).

« Mode de préparation des chevilles, clavettes, etc., pour les chemins de fer et la marine—..... Je prends la substance à laquelle on a donné le nom de créosote et, après l'avoir introduite dans un vase bien clos, j'y fais passer un courant de vapeur provenant d'une chaudière susceptible de résister à une pression de 7 ou 8 atmosphères. Les pièces de bois préparées pour en faire des chevilles, clavettes, coins ou gournables, sont également placées dans un vase offrant une très-grande force de résistance, et on fait agir sur elles, pendant une heure environ, la vapeur combinée d'eau et de créosote.

« Cette vapeur combinée pénètre efficacement les bois ; mais quand on désire combiner une plus grande partie de créosote avec le bois, on le soumet à la vapeur de cette substance seulement et sans l'intermédiaire de la vapeur d'eau.

« Lorsque le bois est sec, on le comprime par les moyens ordi-

naires, dans des moules, jusqu'à ce qu'il ait pris la forme et le volume exigés. En général, les chevilles, les clavettes, coins et gournables, après avoir été comprimés, sont exposés à reprendre leur volume en pompant l'humidité atmosphérique, avant qu'on ait le temps de les mettre en œuvre..... J'ai trouvé qu'une solution étendue de résine ordinaire dans l'essence de térébenthine remplissait bien le but. On en enduit les pièces, aussitôt qu'elles sont terminées, et on pourrait du reste employer beaucoup d'autres substances à cette préparation.» (*Technol.*, t. IX, p. 607.)

Remarquer ici la pression énergique à laquelle sont soumises les vapeurs d'eau et de créosote. — Voy. *Doc.* 19, — 25, — 41, — 75, — 76, — 77, — 163.

M. Payen, après avoir indiqué la préparation spéciale que M. Chemallé fait subir aux chevilles en bois comprimé (voy. note p. 213), ajoute : « On conçoit que ces mouvements de va-et-vient, effectués par la force mécanique de la vapeur, puissent comprimer et dégager 10 fortes chevilles en 2 secondes, c'est-à-dire préparer, comme chez MM. Ransome et May, à Ipswicht, 1,800 chevilles par heure, 18,000 par journée de 10 heures ». (*Préc. de ch.*, t. II, p. 93.)

122. — Mutin et Boutigny (1848).

Dans une note produite à l'Académie des sciences (*Compt. rend.*, t. XXVI, p. 481, et *Techn.*, juil. 1848) les auteurs passent en revue quelques-uns des agents employés à la conservation des bois; ils repoussent : 1° Le sublimé corrosif et l'acide arsénieux, en raison de leurs propriétés toxiques envers les hommes, et aussi à cause du prix élevé du sublimé; 2° les chlorures de zinc, de baryum, de calcium, parce qu'ils sont déliquescents; 3° les sulfates de cuivre et de fer, parce que si leurs oxydes se combinent à la fibre végétale, l'acide doit rester libre et corroder le tissu ligneux.

En suivant cette voie d'élimination, les auteurs sont conduits à adopter les substances huileuses, résineuses et goudronneuses, plus propices aux matières végétales :

« Notre procédé consiste à sécher les extrémités du bois, à neutraliser leurs propriétés hygrométriques par un commencement de combustion et à les sceller hermétiquement au moyen d'un mastic

qui pénètre entre les fibres, s'y incorpore et les soustrait à l'action destructive du milieu dans lequel on les place.... » Voici en quoi le procédé consiste :

« 1° Immerger les extrémités de la pièce de bois à conserver dans un carbure d'hydrogène quelconque, l'huile de schiste, par exemple, qui pénètre fort avant avec rapidité.

« 2° Y mettre le feu et, au moment où la flamme s'éteint, plonger le bois à la hauteur de quelques centimètres dans un mélange chaud de poix noire, de goudron et de gomme-laque, qui est légèrement aspiré entre les fibres et forme, à chaque extrémité du bois, une sorte de cachet hermétique et relativement inaltérable.

« 3° Le bois est ensuite goudronné dans toute son étendue par les procédés ordinaires. » (*Technol.*)

123. — Violette (1848).

Dessiccation des bois par la vapeur d'eau surchauffée.

M. Violette a remarqué qu'en faisant arriver de la vapeur d'eau surchauffée dans une étuve contenant du bois, on obtenait les principaux résultats suivants (*Compt. rend.*, t. XXVII) :

..... « Jusqu'à 175°, les bois conservent leur couleur primitive; entre 175° et 200° la couleur des bois éprouve un léger changement; à partir de là, la teinte va en brunissant, et à 250° celle du bois de chêne est déjà noire. Ce changement de couleur indique la formation d'une certaine quantité de goudron dans la masse du bois, qui paraît être un moyen efficace de conservation.....

« Ce procédé de prompte dessiccation aura sans doute des applications très-utiles qui permettraient d'éviter les approvisionnements faits longtemps à l'avance.... Il paraît même que, par suite du rapprochement des fibres que produit cette extrême dessiccation, les bois devront acquérir des propriétés précieuses pour les instruments de musique..... »

Il est juste d'ajouter cependant que cette communication faite par M. Violette à l'Académie, relativement à la carbonisation des bois par la vapeur d'eau surchauffée, détermina MM. Laurens et Thomas à publier une note pour établir en leur faveur la question de priorité :

« M. Violette reconnaît, disent-ils, que l'idée que nous avons eue

de révivifier, par la vapeur surchauffée, le noir animal, lui a donné celle d'étendre le procédé à la carbonisation du bois.....

« Le 15 avril 1839, nous avons déposé sous notre nom un brevet de quinze ans ayant pour objet la carbonisation et la distillation des matières combustibles par un courant de vapeur d'eau échauffée après sa formation à une haute température. Aussitôt nous nous livrions à des essais en grand sur le bois, la houille, la tourbe, les lignites. Antérieurement, le 12 juin 1838, nous avions fait prendre le brevet pour la révivification du noir. Nos essais de carbonisation du bois sont indiqués dans le Ier volume du *Traité de métallurgie* de MM. Flachat et Petiet, publié en 1842, p. 105... etc....

« Enfin, dans une note sur les gaz appliqués à la métallurgie, adressée par nous à l'Académie, le 24 avril 1843, nous mentionnions l'emploi de la vapeur surchauffée pour la carbonisation de la houille, du bois et de la tourbe. »

L'équité commandait la production de ces documents.

J'ajoute maintenant que, le 16 mai 1853, M. Violette, commissaire des poudres et salpêtres, à Lille, a communiqué à l'Académie des sciences un très-intéressant *Mémoire sur la carbonisation des bois*, inséré dans les *Ann. de chim. et de phys.*, t. XXXIX, p. 291 (en 1853). A la page 337, le savant auteur précise les conditions qui sont le plus favorables à la carbonisation des bois par la vapeur d'eau surchauffée.

124. — Baudet (1848).

M. Sevin-Talive, d'Agen, a fait connaître en novembre 1848 un procédé de conservation du pin des Landes, procédé employé par M. Baudet, boulanger à Agen. Ce dernier avait remarqué qu'au voisinage de son four le bois ne subissait pas l'atteinte des vers. Après avoir retiré le pain du four, il y renferma des bois qui furent retirés à leur tour et se conservèrent désormais intacts pendant dix-sept ans. La température subie par le bois durant cette dessiccation varie entre 80° et 100° C. On admet que la température élevée a détruit les germes. (*Techn.*, t. X.) Voir *Doc.* 105 bis, — 117, — 123, etc.

125. — Brochard (1848).

« Dans ce procédé (*de conservation es bois*), qui ne paraît différer

que par quelques détails, de plusieurs procédés déjà proposés ou appliqués pour arriver au même but, l'auteur commence par priver le bois, au moyen d'un appareil pneumatique mis en jeu par une machine à vapeur, de la séve et des autres liquides aqueux qu'il peut contenir; puis, au moyen de la compression, il y fait pénétrer successivement deux autres liquides qui, se combinant dans l'intérieur des vacuoles, donnent lieu à la formation d'un sel ferrugineux insoluble. (*Compt. rend. de l'Acad.*, nov. 1848.)

L'auteur a produit quelques échantillons pour démontrer que les bois injectés de la sorte ont résisté, dans le port de Cette, aux attaques des tarets qui y abondent.

125bis. — Dickschen, *à Bruxelles* (1849).

L'inventeur déclare qu'il « a trouvé le moyen certain de donner aux billes de chemins de fer une durée *incalculable* » en les imbibant de sel (marin) à un haut degré et en les recouvrant ensuite de couches de goudron (poix-résine) mélangé de limaille de fer et de tournures de fer.

L'auteur pratique des trous dans le bois, immerge alors celui-ci dans la saumure à 25° et le retire enfin, remplissant de sel de roche et de tournures de fer les trous qu'on bouche « avec des tampons faits de bois dur et imprégnés de sel, et ce, à force de coups de marteau ». On enduit enfin la bille de goudron mêlé de limaille.

Pertuis creusés dans le bois. Voir *Doc.* 8, — 60; sel marin, *Doc.* 8, — 10, — 11, — 78, etc.; substances conservatrices emprisonnées par le goudron, *Doc.* 12, — 84, — 114, — 118.

126. — Dr Wrigth (1850?).

« Procédé du Dr Wrigth: dessiccation suivie d'une immersion dans le liquide préservateur. » (L'*Ingénieur*, journal scientif., t. II, p. 127, séance du 28 janv. 1853.) — Voir *Doc.* 12, — 50, — 84, — 86, — 94.

127. — Pollack (vers 1850).

« M. l'ingénieur Pollack a introduit, sur les chemins de fer autrichiens, un procédé de préparation par double décomposition qui

repose également sur l'emploi de l'appareil Payn. Seulement, M. Pollack fait usage de deux cylindres, un pour chaque liquide antiseptique, et il n'opère l'injection dans le second cylindre qu'après avoir fait sécher à l'étuve le bois injecté dans le premier..... Cependant nous ne pensons pas que la dessiccation effectuée dans l'intervalle des deux opérations puisse produire de bons résultats,... car la combinaison s'effectue beaucoup mieux quand les deux corps sont dissous. M. Pollack emploie le sulfure de calcium et le sulfate de manganèse dont le prix n'est pas élevé en Autriche..... Le prix de la préparation d'une traverse est de 0f,67. » (M. Jousselin).

128. — François, ingénieur en chef des mines (1850).

Le procédé de conservation, inventé par M. François s'appliquait aux bois résineux ou non résineux, en grume, équarris, etc.; il consiste :

« 1° Dans l'emploi d'un sel acide de zinc (pyrolignite, sulfate et mieux chlorure) obtenu par l'action directe de l'acide concentré du commerce sur les rognures, tournures et débris de zinc;

« 2° Dans la qualité acide, ou avec excès d'acide, du sel de zinc, en vue de carboniser légèrement la fibre ligneuse à la surface ou au voisinage de la surface du bois, et de détruire, concurremment avec ce sel, les propriétés putrescibles et fermentescibles des sucs séveux et autres liquides albuminoïdes que renferment les bois;

« 3° Dans l'injection ou la pénétration par le sel de zinc, après la dessiccation partielle des bois, au moyen de l'action d'une brosse à main ou d'une brosse mécanique, rude, imprégnée dudit sel de zinc. Cette action peut être accompagnée ou précédée de l'immersion; elle se pratique à cet effet dans une auge. L'immersion peut être totale ou partielle.....;

« 4° Dans le lavage des bois, après injection ou pénétration des sels de zinc, par une dissolution étendue d'un sulfure ou oxysulfure alcalin ou terreux, en vue de précipiter, au voisinage de la surface, le sel de zinc à l'état de sulfure et, par le fait, de rendre la surface des bois imperméable et inerte à l'action des agents dissolvants, putréfiants et fermentescibles.....»

La préparation signalée par l'auteur paraît défectueuse: ou bien

l'excès d'acide persiste et altère la fibre ligneuse; ou bien cet excès d'acide sature le sulfure alcalin et provoque le dégagement de l'hydrogène sulfuré. Voir *Doc.* 85, — **111**, au sujet de l'action exercée par un excès d'acide sur le ligneux ou sur les sulfures.

128bis. — Hochgesandt (1850).

Le but principal de cet inventeur est de rendre les maisons incombustibles, en recourant à l'emploi de tôles plombées. La part faite au bois est assez laconique dans sa description : 1° Imbibition de sulfate d'alumine suivie d'une imbibition superficielle d'acétate de plomb; 2° imbibition de chlorure de manganèse, suivie d'acétate de plomb ; 3° imbibition de chlorure de fer, puis de sous-acétate de plomb; 4° emploi successif encore de phosphate ammoniacal avec ou sans acide borique; 6° enduit de borax, suivi d'une imprégnation superficielle de soude et de chaux et d'un commencement de vitrification sous l'action, peu de temps prolongée, d'une haute température ; 7° imbibition d'un sous-silicate de potasse ou de soude, suivie d'un sel de fer; 8° carbonate de soude auquel succède l'azotate de plomb; 9° chlorure de baryum suivi de carbonate de potasse.

CHAPITRE VII

(Période de 1851-1860)

Les innovations, moins nombreuses durant cette période, offrent cependant un véritable intérêt aux points de vue industriel et scientifique. — Une machine injectante en cuivre, très-heureusement organisée, rend de grands services à l'exploitation des chemins de fer. — La pénétration des agents antiseptiques dans les bois est mieux étudiée. Rapports de MM. les ingénieurs Richoux, de Hennezel, Vésignié, Ricour. — Tableaux indiquant les proportions du sulfate de cuivre absorbé, suivant les essences de bois. — Moyen de doser les sels cuivriques. — Coût de l'imprégnation. — Dosage des huiles créosotées (Dr Vohl). — Expériences comparatives instituées par une commission hollandaise. — M. l'ingr Crépin, en Belgique, soumet à des essais les bois à la mer injectés d'huiles créosotées et de sulfate de cuivre. — On découvre dans l'antique port de Carthage des blocs de bois encore bien conservés; analyse en est faite par M. Péligot.

129. — Meyer d'Uslar (1851).

« Pour la préparation d'un bois indestructible ». L'inventeur essaye de justifier ce titre un peu ambitieux en procédant de la sorte, suivant les documents officiels : le bois est placé dans un cylindre où l'on opère le vide; puis, on fait pénétrer dans le bois du quartz dissous dans du natron caustique (verre soluble). Cette opération terminée, on ajoute une solution d'acide borique. Le bois retiré alors du cylindre doit être soumis à une parfaite dessiccation.

On prépare ensuite un autre mélange composé de solution de quartz dans du natron caustique ; — borate de soude ; — quartz pulvérisé et argile.

Les bois sont enduits de ce nouveau mélange et, après leur dessiccation à l'air, on les expose à une chaleur de 80° à 100° C.

Les bois destinés à être conservés dans la terre doivent subir seulement, après la première opération ci-dessus, une deuxième pénétration qui remplace l'enduit incombustible : cette seconde imprégnation est faite avec une solution de sulfate de zinc. Ainsi préparés, ils doivent résister à l'humidité la plus grande et à l'influence de l'air.

Plus tard, au mois de juin 1851, le même inventeur ajoute qu'a-

près avoir fait dilater par la vapeur les bois renfermés hermétiquement dans un cylindre en tôle forte, on opère le vide pour faire monter la séve dissoute, et dans les pores on injecte alors une dissolution de sulfure de calcium, puis une dissolution de sulfate de fer. Cette composition, en se combinant aux matières déjà indiquées, donne, suivant l'auteur, une durée indéfinie aux bois les plus inférieurs.

La dissolution du quartz dans le natron, c'est le verre soluble. La précipitation de la silice par l'acide borique serait une excellente application, si ce dernier acide était moins coûteux. Une description détaillée des moyens et appareils (avec dessins) de MM. Meyer d'Huslar et Cie se trouve insérée dans le *Génie industriel* (t. XVI, p. 257, année 1858). On y signale l'emploi du sulfate de cuivre et du sesquioxyde de fer.

130. — Schweppé (1851).

« Pour des tuyaux de bois enduits de brai. » Les tuyaux, revêtus intérieurement d'un enduit de coaltar pur, appliqué par l'immersion du tuyau dans un bain, sont enduits extérieurement de coaltar et de sable.

L'immersion doit durer un temps suffisant et, après dessiccation, elle peut être renouvelée plusieurs fois, mais rapidement, afin qu'il ne se dépose qu'une mince couche de liquide à la fois.

131. — Videgrain (1852).

Suivant la publication officielle, l'inventeur réclame un privilége pour conserver le bois de la manière suivante: on met dans une chaudière 1° du bitume, 2° de la poussière calcaire ou asphaltique, 3° du petit gravier siliceux roulé ou anguleux. La forme de la chaudière doit être telle qu'on puisse placer horizontalement les traverses de chemins de fer.

Le mélange se trouve suffisamment chauffé et brassé, lorsqu'il a pris une consistance de pâte très-liquide et que le gravier ne se distingue plus que sous l'enveloppe du bitume.

Les traverses doivent être d'un bois bien sec ; le bois de sapin, en madrier ordinaire, a paru le plus convenable...etc.

132. — De Fontenay (1852).

Au mois de juin 1852, M. de Fontenay, ingénieur civil, a tenté d'utiliser les acides gras combinés aux oxydes métalliques : ce sont les résidus provenant du graissage des wagons et recueillis dans les boîtes à graisse. Il suffit d'immerger les bois dans ce dégras fondu à une température voisine de l'ébullition. « D'après son évaluation, 375 kilomètres de chemin de fer pourraient fournir 7,000 kilogrammes par an de vieilles graisses ; avec cette quantité, on ne pourrait guère préparer que 12 à 14,000 traverses, ce qui serait insuffisant.... Mais on pourrait utiliser les résidus acides de l'épuration des huiles de colza qui ne coûtent guère que 10 francs les 100 kilogrammes. En faisant réagir ces résidus, à une température de 100° à 150°, sur des poussières métalliques (limailles d'atelier), ils se combinent avec les métaux et on a ainsi des sels gras comparables aux résidus des boîtes à graisse. Les essais tentés par l'auteur ont parfaitement réussi. » (M. Jousselin).

En effet, M. de Fontenay « a été conduit dans cette voie, en cherchant si certains savons métalliques en dissolution dans les huiles ne seraient pas susceptibles, non-seulement de conserver, mais de durcir les bois blancs, ce qui permettrait de les substituer, dans une certaine proportion..... etc. » (L'*Ingénieur*, t. II, — 1853) Voy. *Doc.* 42, — 103, — 110 ter, — 120.

133. — Fontenau (1852).

Les traverses de chemins de fer étant plus promptement détériorées à leurs extrémités, l'inventeur propose d'interposer entre le coussinet et la traverse une plaque plus ou moins épaisse de feutre à doublage, goudronnée.

134. — Dering, *de Londres* (1853).

Il fait servir à l'injection des bois les résidus des piles électriques, soit sulfate, soit chlorure de zinc : tel est l'objet principal de la patente anglaise et du brevet demandés par M. Dering.

135. — Apelt, *d'Iéna* (1853).

Le professeur Apelt propose de conserver le bois en utilisant la

houille sulfureuse d'Oppelsdorf, près de Zittau, houille qui contient les 2/3 de son poids de marcassite (pyrite arsenicale). Les bois recouverts de cette houille déjà effleurie à l'air cèdent leur humidité à la matière saline et celle-ci pénètre ainsi graduellement dans le bois qui se trouve placé, dit l'auteur, dans les conditions des arbres lentement pétrifiés. — Voy. *Doc.* 9, — 52, — 72.

136. — Le Châtelier (1853), puis la *Dessiccating company*, *Londres*.

L'*Ingénieur*, publication de 1853, porte : « Dans la séance du 18 février, il a été donné lecture d'une note de M. Le Châtelier, ingénieur en chef des mines, sur la préparation des bois.

« La préparation à la créosote est actuellement basée sur une dessiccation préalable, dans des étuves d'une capacité considérable, chauffées par un courant de gaz chauds. Mais l'emploi d'étuves d'une grande capacité n'a pas seulement l'inconvénient de rendre la dessiccation irrégulière; portée jusqu'à la torréfaction pour certaines parties de la masse, elle doit nécessairement rester insuffisante pour d'autres. De plus, les bois, à l'exception de ceux qu'on retire les premiers, ne doivent plus être à la température à laquelle a eu lieu la dessiccation, et par suite l'un des effets les plus essentiels à l'étuvage se trouve manqué. Pour perfectionner le procédé, il fallait chercher un moyen d'étuvage qui, tout en donnant une dessiccation plus régulière que dans les chambres anglaises, permît d'extraire le bois rapidement au fur et à mesure qu'il était amené au point convenable, et de le projeter instantanément dans le bain liquide préparateur. Pour atteindre ce but, M. Le Châtelier a pensé qu'on pouvait employer une disposition inverse de celle qu'on trouve dans le four continu, employé pour recuire le verre. Les matières à chauffer, placées sur une série de petits chariots, dans un four très-long, seraient amenées très-lentement, en sens inverse du mouvement de la flamme ou des gaz chauds, vers le point où elles doivent atteindre le maximum de température. M. Le Châtelier entre dans des détails sur la manière dont cette disposition pourrait être réalisée. La méthode se résume en deux principes : coaguler l'albumine végétale par la chaleur et faire le vide par la vapeur, au lieu de le faire par une machine pneumatique. »

Et plus loin, séance du 18 mars 1853 : « La société a entendu la

lecture d'une note de M. Molinos sur la préparation des bois.... La dessiccation à l'air, telle qu'elle se pratique aujourd'hui, est insuffisante. Il faut avoir recours à une dessiccation artificielle et empêcher le retour de l'air et de l'eau. »

En Angleterre, on faisait subir au bois, dans de vastes étuves, une dessiccation qui précédait et facilitait la pénétration de la créosote. Cette méthode anglaise, que M. Le Châtelier proposait d'améliorer, était surtout l'œuvre de la *Dessiccating Company*, à Londres.

... « Le bois, dit à ce sujet M. Jousselin, est placé dans une grande étuve de la capacité de 1,000 mètres cubes. Cette étuve est traversée par des courants d'air chaud lancé par un ventilateur à larges orifices; un appareil de M. Taylor porte cet air à une température suffisante pour produire le desséchement du bois, sans attaquer la fibre ligneuse.

« L'atmosphère de l'étuve est entièrement renouvelée dans l'espace de trois à quatre minutes, et le volume d'air admis est d'environ 5 à 6,000 pieds cubes.... Au sortir de l'étuve, les bois sont plongés immédiatement dans un bain de créosote. La créosote, pénétrant profondément, forme une couche imperméable qui empêche l'air de rentrer dans l'intérieur du tissu du bois. Telle est la préparation pour les traverses de chemins de fer.

« Pour les bois d'ébénisterie et de charpente, on opère, à la sortie de l'étuve, au moyen de l'appareil Payn, fonctionnant avec la créosote.... M. Molinos, dans un remarquable mémoire sur la conservation des bois, a donné le tableau suivant qui indique la température et la durée de la dessiccation nécessaire à certaines essences de bois, lorsqu'on opère par le procédé de la *Dessiccating Company* :

NATURE DU BOIS.	Épaisseur du bois.	Poids primitif.	Poids desséché.	Perte en eau.	Température centigr.	Durée de l'opération.	Durée de la dessiccation naturelle.
Sapin d'Écosse...	0m.075	55,40	36,80	18,60	45° à 50°	15 jours.	2 ans.
Chêne anglais ...	»	100,40	78,20	22,20	»	16 »	3 ans 1/2.
Orme.....	»	82,80	46,13	36,67	»	15 »	2 ans.
Frêne.....	»	.....	49,50	9,50	»	15 »	2 ans.
Traverses de sapin (pr chem. de fer).	»				55° à 60°	7 »	

137. — Baist, *de Griesheim* (1854).

« Nouvelles expériences sur la conservation des bois au moyen du sulfate de cuivre et du goudron. (*Dingler's polytech. Journal*).

« Au printemps de 1854, dit l'auteur, j'ai fait construire une clôture de palis de $0^m,080$, $0^m,160$ d'équarrisssage, formés de pins tirés de la forêt d'Isenburg. Ces bois récemment abattus étaient encore tout verts. Les pieux furent immergés, pendant deux heures environ, dans une solution bouillante de sulfate de cuivre, chauffée par de la vapeur d'eau. La proportion était de 4 parties de sulfate de cuivre pour 100 d'eau. Après l'ébullition, les bois paraissaient complétement imbibés et les cercles concentriques annuels étaient teints en vert bleuâtre; on les trempa ensuite dans de l'eau de chaux et on les fit sécher; mais l'expérience démontra plus tard l'inutilité de cette immersion. Les pieux furent enfoncés de $0^m,62$ dans la terre, et l'on y mêla, çà et là, plusieurs dont les uns n'avaient reçu aucun traitement; d'autres avaient été charbonnés par le bout; d'autres, enfin, avaient été trempés dans du goudron chaud. Les pieux préparés avec le sulfate de cuivre sont encore debout, bien conservés et tout à fait exempts de traces d'altération, à l'exception de quelques-uns qui, par l'effet de la sécheresse, se sont fendus par couches et qui proviennent probablement d'arbres malades ou morts. Les autres pieux, laissés sans préparation, ou brûlés par le bout, ou enduits de goudron, sont entièrement pourris, à l'exception d'un petit nombre dont le bois était très-résineux.

« Deux ans après cette construction, l'auteur a traité du bois flotté et du bois mort non flotté, de la même manière, avec du sulfate de cuivre. Le succès n'a pas été bon, tandis que les mêmes bois bouillis dans le goudron se sont très-bien conservés. D'autres pieux, verts ou secs, de sapin et de chêne, préparés semblablement, ont donné des résultats identiques.

« Il résulte nettement de ces faits que le bois encore vert doit être seul pénétré de sulfate de cuivre; que, dans ce cas, l'ébullition doit être prolongée jusqu'à ce que toutes les couches annuelles soient bien imbibées de la solution saline, et qu'alors la durée est au moins quintuplée. Le traitement du bois sec ou du bois de flottage par le

sulfate de cuivre est tout à fait insuffisant ou même nuisible; au contraire, la pénétration du bois sec par le goudron est tout à fait avantageuse, mais elle est tout à fait défavorable lorsque le bois est vert. »

Cette note provoque plusieurs remarques : les constatations sont exactes; mais, dans ses conclusions, l'auteur n'a pas su faire l'application des principes : 1° la solution, trop chargée de sulfate de cuivre (0,04), devait parfois cristalliser entre les fibres du bois au moment de la sécheresse, et déterminer l'exfoliation et la séparation de ces fibres. Le bois vert, moins pénétré de sel ou séjournant dans un milieu plus humide, devait se mieux conserver. L'abondance du sel cuprique répondait ici à l'abondance de la séve. Le goudronnage, appliqué au bois vert, ne permet pas l'adhérence, encore moins la pénétration.

138. — **Jackson**, *de Londres* (1855).

C'est avec des dissolutions de chlorures ou autres sels de zinc, et aussi avec le perchlorure et autres sels de fer, que l'inventeur patenté se propose de prévenir la décomposition des bois.

M. Jackson donne la préférence au chlorure de zinc et au perchlorure de fer dans la proportion de :

Chlorure de zinc	500 grammes	dans 35 litres d'eau.
Perchlorure de fer. . .	250 —	

En raison de la déliquescence des sels, il les dose à l'état de liqueur concentrée; il indique les densités et les proportions. Il emploie aussi le sulfate ou autres sels solubles de zinc, mais il préfère les chlorures de zinc et de fer.

139. — **Réal** (février 1855).

Dans le but d'assurer aux bois, tissus et cordages, les avantages de l'incombustibilité, de la conservation et de la dessiccation, l'auteur réclame un privilége pour les dispositions suivantes : une machine à vapeur fait mouvoir une pompe aspirante et une pompe foulante. Ainsi on peut opérer le vide ou exercer une compression dans le cylindre qui a reçu les bois, etc.; mais d'abord il introduit, dans

ce même cylindre, de la vapeur à une haute température, dans le but de dilater les pores du bois. Enfin, sont introduits les liquides conservateurs ou colorants, comprimés à 8 ou 10 atmosphères.

« Les agents chimiques employés pour la conservation sont : le chlorure et le sulfate de zinc; le sulfure de baryum combiné avec le sulfate de fer; de l'alun et du soufre en dissolution; le sulfure de calcium combiné avec le sulfate de fer et le sulfate de cuivre, le tout au degré voulu. » (*Coll. offic. des Br.*)

Je dirai pour mémoire seulement que l'auteur, en vue de rendre les bois incombustibles, fait usage d'une solution d'acide borique combiné avec du sulfate de fer; du silicate de soude en dissolution, combiné avec du sulfate de fer.

Inutile ici d'entrer dans les détails qui s'appliquent à la coloration des bois; en ce qui concerne leur dessiccation, l'opération est ainsi conduite : on introduit les bois dans le cylindre, on opère le vide pour enlever les parties séveuses; on fait pénétrer la vapeur à une haute température; on répète le vide, et l'opération est terminée.

Voir *Doc.* 64, — 84, — 111, — 123.

140. — Barlow (1856).

« M. P. W. Barlow, pour augmenter la durée des bois de construction, propose de faire passer de l'air à travers leur masse pour en chasser la séve et, après qu'ils ont été imprégnés avec des liquides conservateurs, de renouveler cette injection d'air pour en chasser la partie fluide de ceux-ci. L'air peut être employé à l'état naturel ou après avoir été chauffé. » (*Technol.*) La note ajoute qu'on peut faire varier les moyens de produire cette pression exercée par l'air sur les billes de bois, et qu'on peut même presser d'un côté et aspirer de l'autre. (Voy. *Doc.* 116.)

141. — Grasset (mars 1856).

L'auteur fait d'abord le vide pour extraire l'air et la séve des pores du bois. A cet effet, le bois est placé dans un vase de tôle hermétiquement fermé. Cet appareil est semblable à celui qui est généralement connu sous le nom d'*appareil à injection par pression artificielle.*

« Dans certains cas, dit la publication officielle, nous faisons arriver dans le vase de tôle de la vapeur qui dilate les pores du bois, dissout la séve et commence à faire le vide en se condensant. La deuxième condition, c'est de remplacer ces matières organiques putrescibles par des matières minérales imputrescibles.... Nous remplaçons la séve enlevée par l'opération précédente par un sel minéral, le sulfure de calcium, qui a la propriété d'empêcher la décomposition des matières organiques.... et qui éloigne les insectes et les vers. »

L'inventeur paraît s'attacher surtout aux indications suivantes, dont il revendique la priorité et le privilége : Le vase en tôle qui renferme le bois est, au moment de faire l'injection du liquide, mis en communication avec un réservoir fermé renfermant le liquide, et au-dessus un certain volume d'air ou autre gaz comprimé, lequel, en vertu de sa force expansive, exerce une pression sur le liquide même. On met le vase en tôle, contenant le bois, en communication avec un réservoir assez élevé pour que la pression de la colonne liquide soit assez forte pour faire pénétrer le liquide. On peut employer la vapeur comme pression. Il est vrai que, prévoyant la condensation de cette vapeur, l'auteur juge à propos d'interposer un flotteur. Enfin, il considère également comme utile l'adjonction du sulfate de cuivre au sulfure de calcium introduits successivement dans le bois.

142. — Hault de Lassus, Idriez, etc. (août 1856).

..... « Nous commençons par expulser, disent les inventeurs (*Coll. off.*), la séve et les autres matières solubles et fermentescibles que renferment les tissus fibreux et qui forment dans les bois verts jusqu'à la moitié de leur poids; puis, nous injectons dans les vides qu'a laissés l'expulsion de la séve, des matières qui, par leurs combinaisons dans les fibres mêmes du ligneux, y produisent des sels neutres, insolubles, inaltérables et qui, laissant au bois toute son élasticité, y produisent encore l'infermentescibilité, l'imputrescibilité, l'ininflammabilité, et, au besoin, la couleur.

« Pour opérer la première partie de ce procédé, c'est-à-dire l'expulsion de la séve et des autres matières fermentescibles, nous nous servons d'un appareil à vapeur ordinaire pour mettre en mouvement nos pompes pneumatiques et nos pompes foulantes, et nous em-

ployons simultanément un cylindre dans lequel on renferme le bois dont on doit extraire les parties azotées et solubles, et que l'on doit ensuite pénétrer de solutions chimiques.

« Le cylindre est fabriqué dans la forme d'un générateur horizontal ; la tôle en est d'une épaisseur suffisante pour résister à la pression de 10 à 12 atmosphères, à laquelle on doit travailler; les fonds en sont ouverts ou fermés à volonté au moyen de la vapeur. Il porte à sa partie supérieure une tubulure ou cloche à laquelle aboutissent les tuyaux à robinets des pompes pneumatiques, afin d'opérer au besoin le vide intérieur; un robinet à air libre et, enfin, deux tubes à robinet arrivant des pompes foulantes. »

Après avoir complété la description de l'appareil et expliqué la mise en jeu de ses organes, les auteurs indiquent les liqueurs employées :

« Cette première partie de l'opération (*injection de vapeur d'eau*), c'est-à-dire l'expulsion des parties solubles, dégage le bois de toutes les matières fermentescibles et corruptibles qu'il renferme. On procède à la deuxième partie, afin de remplacer par un sel insoluble les matières extraites qui remplissaient les cellules. A cet effet, on opère de nouveau le vide dans le cylindre, et l'on y introduit, par l'un des tubes à valve, la première solution chimique préparée avec le bisulfure de lithium ou avec le sesquisulfure de calcium, de la manière que nous décrivons plus bas. » — On ferme alors la valve et, à l'aide de pompes foulantes, on élève la pression jusqu'à 10 atmosphères.

Après que la solution est écoulée, on ferme les robinets, et on opère de nouveau le vide dans le cylindre. On introduit la seconde solution préparée avec le protosulfate de fer dissous à froid et amené à 2° Baumé. Il en résulte des sels neutres, insolubles, inaltérables, qui remplissent les pores du bois. « Si à cette solution chimique on ajoute des sels de fer, une matière tannante, du prussiate de potasse, du chromate de plomb, du chromate de potasse, on aura dans le bois des veines noires, bleues, jaunes, vertes, brunes, etc., qui leur donnent la beauté et l'aspect des bois exotiques les plus recherchés. »

Les auteurs achèvent cette description, en indiquant un autre procédé de conservation des bois : Le bois employé dans les mines, le

soutènement des terres, les ponts, les digues, les pilotis et autres travaux analogues exigent la plus grande force et la plus grande élasticité possible. Pour leur donner ces deux qualités réunies à l'imputrescibilité, on les plonge pendant un temps convenable et jusqu'à ce qu'on en reconnaisse la pénétration, dans une chaudière faite exprès et contenant la solution suivante élevée à 150° de température : une quantité suffisante d'acide-huile provenant de l'épuration de l'huile de colza ou autre, mélangée à la moitié en poids de limaille de fer, cuivre, laiton, etc. A 150° les acides réagissent sur la limaille, se combinent avec elle et forment ainsi des sels neutres métalliques d'acides gras. On ne plonge les bois que lorsque les sels sont formés. A cette température, les gaz et l'eau que contiennent les bois s'en échappent. (Voy. *Doc.* 111, — 132.)

143. — Schweppé et Trottier (1856).

En vue d'apporter « des perfectionnements aux procédés de pénétration et de conservation des bois façonnés ou non façonnés », les inventeurs réclament l'usage exclusif et privilégié des moyens suivants; la publication officielle s'exprime ainsi :

« Nous préparons dans une chaudière verticale à distiller ordinaire, ou préparée spécialement pour les formes et les dimensions suivant l'industrie que l'on veut exploiter, un bain des substances employées généralement pour la pénétration et la conservation des bois, telles que huile, sulfate de fer, etc. Particulièrement, et pour notre industrie spéciale, nous nous servons d'un mélange de brai.

« La grille de la chaudière est placée à la partie inférieure, et la flamme du foyer, se répandant autour de la chaudière verticale, en entretient constamment la chaleur intérieure. Les bois sont placés debout dans le bain ; ils dépassent un peu le niveau du liquide.

« Lorsque l'opération commence, il s'opère un travail régulier, c'est-à-dire que l'eau contenue dans les bois entre en ébullition ou s'évapore par la partie supérieure de ceux-ci, et, laissant un espace libre aux matières conservatrices, permet à ces dernières de pénétrer exactement dans toutes les parties des bois ou tuyaux.

« Lorsque l'opération est finie, les bois ou tuyaux sont complé-

tement privés d'eau ; ils sont en quelque sorte secs et pénétrés jusqu'au cœur. »

Les auteurs entendent appliquer ce moyen, non-seulement aux tuyaux de bois qu'ils fabriquent, mais à toute espèce de bois. M. Garot, ingénieur, dans un rapport fait au sujet de cette application, conclut :

Que ces tuyaux présentent, pour les conduites d'eau, les avantages suivants sur les tuyaux de métal :

Inaltérabilité de la surface intérieure, et garantie contre la formation des sels vénéneux ou des dépôts des substances calcaires ;

Plus grande adhérence de l'enduit aux tuyaux, et résistance plus grande aux pressions extérieures ;

Enfin, économie sur les prix, etc.

(Voir *Génie industriel,* t. XII, p. 57, et t. XIII, p. 221 et 248.)

144. — Thellier-Verrier (mai 1856).

En vue de pétrifier le bois, le papier, la paille, etc., l'inventeur se réserve l'application exclusive des moyens ainsi résumés par la publication officielle :

« Pour pétrifier le bois, il faut, étant bien sec, le couvrir d'un ciment composé d'une pierre très-dure, réduite en farine et mise dans une dissolution de silicate de potasse. Pour empêcher ce ciment de ducir trop vite, on peut ajouter de 40 à 60 pour 100 d'eau. Le bois est couvert de ce ciment sur une épaisseur de 2 millimètres. Cela fait, on laisse sécher au soleil, et, quand le ciment est sec, on le ponce et on lui fait absorber à plusieurs reprises un peu de dissolution étendue de silicate de potasse. On laisse sécher après chaque opération. On peut d'ailleurs teindre le ciment ou la dissolution pour avoir des pierres colorées.

« Si l'on veut pétrifier le bois plus profondément, il faut le forer ou faire des entailles par où la dissolution s'infiltre dans l'épaisseur du bois..... Pour les bois destinés à être mis en contact avec l'eau, il faut faire l'opération à chaud.

« On sèche le bois au four ; on le met dans un bain de silicate de potasse ; on le couvre du ciment de pierre dure, on le laisse sécher à l'air, puis on le soumet dans un four à un feu doux. On peut ajouter

au ciment de la limaille de fer; les bois ainsi préparés ne sont plus inflammables.

« L'inventeur prépare une peinture, en broyant du silex avec du silicate de potasse liquide et étendu, ce qui remplace la céruse dans toutes les applications..... » etc.

M. Thellier-Verrier a adressé à ce sujet une note à l'Académie des sciences (*Compt. rend.*, 20 avril 1857).

145. — Légé et Fleury-Pironnet, *au Mans* (septembre 1857).

« Procédé de conservation, de coloration, de dessiccation des bois, etc.» Les auteurs, brevetés en septembre 1857, fournissent les explications suivantes, extraites de la publication officielle:

«..... Par notre procédé, on opère en vase clos, comme le font MM. Bréant et Bethell; mais notre avantage sur eux consiste à opérer comme dans les procédés par filtration avec des sels métalliques, principalement avec le sulfate de cuivre, tandis que MM. Bréant et Bethell opèrent avec des matières huileuses, principalement avec la créosote. Or, il a été reconnu d'une manière incontestable que la préparation des bois au sulfate de cuivre est supérieure à toutes les autres; il est superflu d'en donner ici des preuves. »

Leur moyen permet de faire pénétrer le liquide dans le cœur du bois, tandis que les autres ne vont, suivant eux, qu'à l'aubier. Le sulfate de cuivre rend le bois incombustible, les huiles goudronneuses le rendent plus inflammable. Le sulfate de cuivre est introduit dans la proportion de $5^k,5$ pour un mètre cube de bois dur, 6 kil. pour les bois résineux, et $6^k,5$ pour les bois blancs.

Ces explications sont suivies de la description de l'appareil dans lequel les bois sont imprégnés de sulfate de cuivre. Cette description abrégée trouvera sa place ci-après.

En juillet 1858, les inventeurs ajoutent: « Nous tenons d'abord à constater que personne avant nous n'a préparé le bois au sulfate de cuivre en vase clos; nous tenons aussi à faire constater que nous sommes les seuls à employer les dissolutions chaudes, et que notre appareil, construit principalement en vue de la préparation au sulfate de cuivre, est lui-même en cuivre et non en tôle de fer, comme les

appareils qui servent aux préparations à la créosote, au chlorure de zinc, connus sous le nom d'appareils de Payn.

« Nous allons donner le détail de l'opération, telle que nous la faisons maintenant. » Suit la description détaillée de la mise en œuvre de la machine. Ce document additionnel produit par les auteurs se termine ainsi : « En résumé, les caractères particuliers de notre invention sont : 1° l'application nouvelle, en vase clos, du sulfate de cuivre, et le remplacement des cylindres en tôle, jusqu'ici employés dans les autres systèmes, par un cylindre en cuivre rouge ; 2° le traitement nouveau par des solutions chaudes dont le degré de température varie suivant les saisons et les localités; 3° la formation du vide au moyen d'un réfrigérant. » (*Coll. off. des Br.*)

Additions de septembre 1859 *et avril* 1860 : Les inventeurs insistent sur les points qui constituent leur invention. La substitution de la tôle de cuivre à celle de fer était indispensable pour la confection de leur cylindre. L'aluminium, disent-ils, pourrait également servir; tout autre métal devrait être recouvert d'un enduit convenable, par exemple d'une couche cuivrée sur la face interne du cylindre, à l'aide de la galvanoplastie ; ou bien, enfin, il conviendrait de recouvrir les surfaces métalliques avec le caoutchouc, la gutta-percha, etc., afin de préserver ces surfaces du contact du sel cuprique.

Additions de mars et octobre 1861 : Dans le premier de ces documents, les auteurs indiquent une nouvelle disposition propre à rendre portatif l'appareil, et aussi un nouveau mode de fermeture applicable aux appareils fixes ou portatifs.

Dans le second document, « un perfectionnement qui permet de rendre l'opération plus rapide et plus économique consiste à employer la vapeur surchauffée, tant pour le courant de vapeur passant dans le cylindre que pour le courant de vapeur qui passe dans le serpentin chauffant la dissolution » de sulfate de cuivre. Suivent dans le document quelques détails à ce sujet.

Après avoir sacrifié à l'habitude de citer les résumés de la collection officielle, il convient de voir les résultats obtenus par l'application du procédé. Les rapports dont il a été l'objet sont nombreux ; ils émanent des ingénieurs les plus autorisés et les plus compétents.

J'ai sous les yeux les rapports faits à ce sujet par M. Richoux,

ingénieur du chemin de fer du Midi; par M. de Hennezel, ingénieur en chef des mines; par M. Vésignié, ingénieur de la marine; par M. Ricour, ingénieur des ponts et chaussées [1].

Le procédé d'injection des bois dans un cylindre de cuivre a été et se trouve encore généralement pratiqué en France pour les traverses de chemins de fer et les poteaux télégraphiques; il importe donc d'entrer dans les détails et de faire quelques emprunts aux rapports ci-dessus indiqués.

« Le problème de la préparation des bois, considéré en lui-même, comprend le choix d'une substance préservatrice et celui d'un procédé d'imprégnation.

« Sous le premier rapport, MM. Légé et Fleury-Pironnet s'en tiennent au sulfate de cuivre qui est employé aujourd'hui presque exclusivement en France. Les beaux travaux de M. le Dr Boucherie, et les nombreuses expériences auxquelles ils ont donné lieu, ont établi que ce sel jouit à un haut degré de propriétés antiseptiques et toxiques: il modifie chimiquement la substance albumineuse azotée, qui fait partie des principes solubles du bois, et par là il prévient la fermentation qui engendre la pourriture, en même temps qu'il rend l'albumine végétale impropre à la nourriture des insectes; il soustrait ainsi le bois à l'action de ses deux principales causes de destruction.

« Quant au procédé d'imprégnation adopté par MM. Légé et Fleury-Pironnet, il est différent de ceux qui ont été industriellement pratiqués jusqu'à ce jour pour la préparation au sulfate de cuivre. Au lieu de faire pénétrer ce sel dans le bois, soit par l'immersion (procédé de MM. Margary et Knab), soit par la filtration avec pression (procédé de déplacement de M. Boucherie), ils traitent le bois en vase clos, en faisant successivement agir le vide et une forte pression mécanique.

« Ces moyens ont la plus grande analogie avec ceux que M. Bréant avait imaginés, et que M. Bethell a le plus contribué à faire passer dans le domaine industriel, pour l'injection des huiles naphtalinées

[1] Voir notamment : 1° une petite brochure sur la *Conservation des bois au sulfate de cuivre* (*procédé Légé et Fleury-Pironnet*), publiée en 1859; — 2° *Le Technologiste*, t. XX, p. 95. nov. 1858; — 3° *Bull. de la Soc. d'enc.*, t. V, p. 746, 1858.

et créosotées; mais ils diffèrent de ces derniers par des dispositions qui leur sont propres, de même que par la nature de la substance préservatrice. » (Rapp. de M. de Hennezel, 4 août 1858.)

Description de l'appareil. « MM. Légé et Fleury-Pironnet, en traitant le bois en vase clos par le sulfate de cuivre, ont cherché à concilier, dans leur procédé, les avantages spéciaux aux procédés Boucherie et Payn, tout en évitant les inconvénients inhérents à chacun d'eux.

« Leur appareil se compose de :

« 1° Un cylindre en tôle de cuivre, dans lequel sont renfermés les bois;

« 2° Un condenseur avec jet d'eau froide à l'intérieur;

« 3° Une pompe à air;

« 4° Une pompe foulante;

« 5° Une cuve en bois, contenant la dissolution de sulfate de cuivre.

« Une chaudière à vapeur, située dans le voisinage de l'appareil, fournit la vapeur nécessaire à l'opération, et une transmission de mouvement, prise sur l'arbre de couche des ateliers contigus, mène la pompe à air et la pompe foulante. » (Rapp. de M. Vésignié.)

« L'appareil qui sert à l'injection des bois se compose : 1° d'un cylindre en cuivre de 12 mètres de longueur et de 1 mètre 60 de diamètre, terminé, d'un bout, par une calotte hémisphérique rivée, et, à l'autre bout, par une cornière contre laquelle vient se fixer, par des mâchoires à vis de pression, un fond légèrement bombé; 2° de petits chariots roulants, avec essieux et roues en cuivre, sur lesquels on charge les bois à préparer, pour les amener sur la voie fixée dans l'intérieur de l'appareil; 3° d'une locomobile de la force de 10 à 12 chevaux servant de générateur pour la vapeur qu'on doit injecter dans le cylindre, et de moteur pour la manœuvre des pompes à air et d'injection.

« Les opérations, dont nous donnerons plus loin les résultats, sont conduites de la manière suivante : la chaudière de la locomobile est mise en communication avec le cylindre préparateur, de manière à le faire traverser dans toute sa longueur par un courant de vapeur, auquel on donne issue dans l'air en ouvrant un robinet placé à la partie inférieure de l'appareil.

« Cette partie de l'opération, qui dure quinze minutes environ, a pour but d'échauffer sensiblement les pièces de bois pour dilater et faire sortir une partie des gaz et des liquides du tissu ligneux. Dès que la vapeur sort sans entraîner de matières étrangères, on ferme les robinets et on met le cylindre en communication avec un condenseur dans lequel on fait arriver un courant d'eau froide, qu'on évacue avec une des pompes à air placées sur la locomobile; on interrompt la circulation d'eau, puis on fait le vide et on le maintient pendant un quart d'heure environ à la pression de 0,05 à 0,06 de mercure.

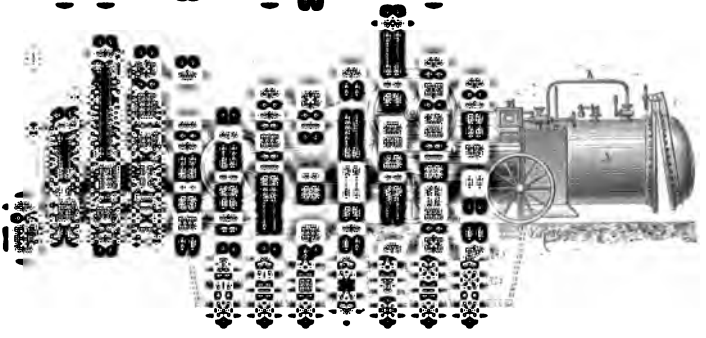
« C'est alors seulement qu'on ouvre le robinet de la conduite qui fait communiquer le cylindre avec la dissolution de sulfate de cuivre. Cette dissolution, qui contient 2 kilogrammes de sulfate de cuivre par 100 litres d'eau, et qui est à une température de 40° à 45° C., s'introduit naturellement dans le cylindre dont on complète le remplissage par une pompe foulante. On fait agir cette pompe jusqu'à ce que la pression s'élève et se maintienne à 12 atmosphères.

« Cette partie de l'opération dure une demi-heure environ, après quoi il ne reste plus qu'à ouvrir le cylindre pour retirer les chariots. » (*Note à la Soc. des ing. civ.*, séance du 16 juillet 1858, par M. Richoux, ingénieur. — Voir *Technol.*, nov. 1858, t. XX, p. 95.)

Cette description abrége celle que je dois joindre au dessin ci-contre de l'appareil. Assurément, je n'ai pas l'intention de préciser à un constructeur tous les organes et leurs mesures; mon but est de faire comprendre le fonctionnement du cylindre et de ses annexes. On trouverait de plus amples détails d'ailleurs dans la brochure publiée par les auteurs eux-mêmes, en 1859.

A, A, cylindre en cuivre de 12 mètres de longueur et de 1m60 de diamètre. Ce cylindre est terminé à l'une de ses extrémités par un fond bombé qui est fixé par des rivets. Il est muni, à l'autre extrémité, d'une calotte également bombée, qui est mobile autour d'une charnière, et qui peut le fermer de telle sorte que le joint soit parfaitement étanche. Le corps du cylindre est formé de douze tambours réunis par de doubles rangs de rivets. Il peut, du reste, se démonter en deux parties, de manière à être transporté plus facilement. Les parois ont une épaisseur de 10 millimètres et peuvent résister à une

[illegible] ssion intérieure se me-
[illegible] nètre.
[illegible] Elle sert de générateur
[illegible] le cylindre par le tube



[illegible] mpe à air, soit la pompe
[illegible]
[illegible] e sulfate de cuivre. Un
[illegible] mt de vapeur qui, après
[illegible] rature de la dissolution.
[illegible] s le cylindre du liquide
[illegible] à sa sortie à la fin de
[illegible]
[illegible] air ; 2° un condenseur ;
[illegible] et.
[illegible] ets d'aspiration avec la
[illegible] ut également le tube
[illegible] le cylindre, ainsi qu'à
[illegible] y trouver encore. Les
[illegible] dès que la pompe est
[illegible] e vide.
[illegible] ois dans le cylindre A,
[illegible] t la fermeture prompte
[illegible] bois a été introduit. Il
[illegible] ces détails de construc-
[illegible] déjà signalée, publiée

La description qui vient d'être produite, ajoutée à celle que j'ai rapportée d'après M. l'ingénieur Richoux, me paraît suffisante pour l'intelligence générale de l'appareil.

Coût de l'appareil. — « Ces appareils ont 12 mètres de longueur et $1^{m}60$ de diamètre ; leur valeur est d'environ 60,000 francs, savoir :

	Fr.
Cylindre en cuivre, avec rails intérieurs et robinets. . .	36,108
Huit chariots ou trucs.	1,774
Pompes à air et foulante.	4,668
Réservoirs, serpentins et tubulures.	1,450
Machine à vapeur locomobile de 12 chevaux.	11,000
Somme à valoir pour voies de chantiers et hangars. . .	5,000
Total général.	60,000

(*Rapp. de M. l'ingénieur Vésignié,* mai 1859.)

Moyen de constater la présence et de doser le sulfate de cuivre imbibant le bois. Pour reconnaître la présence du sulfate de cuivre dans le bois injecté, on mouille la surface de celui-ci avec une dissolution de cyano-ferrure de potassium. Partout où se rencontre le sel cuprique, apparaît instantanément, au contact de la liqueur de cyano-ferrure, une couleur brun-chocolat : c'est du cyano-ferrure de cuivre qui se produit. On pratique souvent, dans les traverses de chemins de fer, des perforations avec une vrille qui traverse le bois dans toute son épaisseur ; on recueille les débris de bois ainsi enlevés, choisissant de préférence ceux qu'on a extraits du centre de la traverse ; si le cyano-ferrure les rougit et les brunit, il est certain dès lors que le sel de cuivre a pénétré partout.

« L'expérience démontre que, pour les bois les plus légers et les plus perméables, une solution contenant $1^{k},80$ de sulfate dans 100 litres d'eau, et représentant au moins dans le cylindre une proportion de $1^{k},50$, est convenable, tandis que, pour les essences les plus dures ou les plus difficilement pénétrables, il faut pousser la dose jusqu'à deux centièmes (2 kil. pour 100 litres). Or, après chacune de ces opérations, le liquide de retour dans la cuve-récipient située au-dessous de l'appareil se trouverait affaibli par la vapeur condensée dans le cylindre et le serpentin, si on ne compensait cette double cause de diminution de la densité par une addition nouvelle de sulfate en cristaux.

« Dans une marche bien dirigée des opérations, on parvient sans peine à régler ces additions successives ; mais il est nécessaire, de temps à autre, de s'assurer des résultats, en analysant la solution avant de s'en servir. On peut obtenir à cet égard des indications approximatives en comparant dans deux tubes d'égal diamètre, contenant soit 18, soit 20 millièmes de sulfate de cuivre, le liquide revenu dans la cuve-récipient, après avoir servi et s'être réchauffé par la vapeur; on ajoute dans ce liquide une quantité de sulfate de cuivre déterminée par tâtonnement et suffisante pour ramener la teinte à une intensité égale à celle de la solution normale. On constate ainsi la dose de ce sulfate qu'il faut faire dissoudre dans la cuve pour ramener la solution au degré qui convient, suivant l'essence et la perméabilité des bois à injecter.

« Un procédé plus exact et d'une exécution facile a été proposé par M. Pelouze pour le dosage du cuivre dans les solutions salines : ce moyen peut s'appliquer à l'essai des liqueurs à injecter et du sulfate en cristaux dont la formule $CuO, SO^3, + 5HO$, lorsqu'il est pur, représente 63,9 de sulfate sec, et 36,1 d'eau, ou 25,4 de cuivre.

« La liqueur d'essai se prépare ainsi : on se procure d'abord du sulfure de sodium en faisant passer, durant trois ou quatre heures, un courant de gaz acide sulphydrique dans une solution de soude pure à 36° Baumé; il se produit des cristaux de monosulfure de sodium, qu'on lave avec un peu d'eau.

« En faisant dissoudre un poids de 140 grammes de ces cristaux dans de l'eau, de façon à obtenir un litre de solution, ce liquide, sous un volume de 30 à 32 centimètres cubes, précipitera l'équivalent d'un gramme de métal dans une solution cuivrique; pour reconnaître le volume exact de la liqueur d'épreuve correspondant à un gramme de cuivre, on fait oxyder et dissoudre cette quantité par 5 ou 6 centimètres cubes d'acide azotique; on ajoute 45 à 50 cent. d'ammoniaque liquide qui d'abord précipite, puis redissout l'oxyde de cuivre, et dans la solution chauffée à l'ébullition (dont la température se trouve être de + 75° à + 80° C.), on verse dans cette solution assez de la liqueur d'épreuve, contenue dans une burette graduée, pour précipiter tout le cuivre, ce qu'on reconnaît à la complète décoloration du mélange liquide (le précipité est un oxysulfure ayant pour

formule CuO, 5CuS). Si, par exemple, 30 centimètres cubes de la liqueur d'épreuve contenue dans une burette divisée en 100 degrés ont suffi pour la précipitation totale de la solution cuivrique qui renferme un gramme de métal, on en conclura que dans toute autre solution cuivrique, dont on ignore le titre, 100 divisions de la burette représentant un gramme de cuivre, 50 divisions équivaudront à la précipitation de 5 décigrammes; 75 divisions à 75 centigrammes, etc., et ces quantités équivaudront, en sulfate de cuivre cristallisé, à leur poids multiplié par 3,937.

« La même méthode volumétrique peut s'appliquer à la détermination du sel cuivrique engagé dans les tissus ligneux; il suffit, en effet, de diviser par un trait de scie transversal les pièces de bois à essayer pour obtenir dans la sciure qu'on recueille un échantillon moyen des différentes parties de l'aubier et du cœur composant chacune des pièces de bois. La sciure desséchée, incinérée, traitée par l'acide azotique, donne une solution cuivrique dans laquelle le dosage précité détermine les proportions de sulfate, ou d'oxyde, ou de cuivre métallique que le bois contenait. » (M. Payen, *Mémoire*, etc.)

Puisant ainsi aux sources authentiques, je viens de faire connaître l'appareil d'injection, le liquide injecté et les moyens de dosages. Il convient maintenant d'aller plus avant dans cet examen, et de rechercher : 1° si la liqueur conservatrice pénètre également dans les divers bois, et, s'il y a inégalité, d'en déterminer les causes et la mesure; 2° si, dans un même bois, le liquide conservateur est partout uniformément réparti ; 3° si la dépense d'imprégnation permet de généraliser cette application....

Le sulfate de cuivre pénètre-t-il également dans les diverses essences de bois? Voici les remarques extraites du Rapport de M. Vésignié :

Chêne. « Les extrémités des pièces seules prennent un peu de liquide, et cela seulement dans les gros vaisseaux qui séparent les couches annuelles : la partie fibreuse est absolument rebelle à l'injection...

Orme. «Les résultats constatés sur l'orme sont bien plus satisfaisants, quoique dans aucune pièce l'injection ne soit complète. Les extrémités sont toujours entièrement pénétrées sur une profondeur de quelques millimètres ; mais les petits nœuds qui se rencontrent si

souvent dans l'intérieur du bois d'orme, et quelquefois des couches annuelles presque tout entières, d'un bout à l'autre des pièces, résistent à l'injection.... L'analyse m'a fait reconnaître qu'elles ne sont pas absolument dépourvues de sulfate de cuivre; j'ai à plusieurs reprises essayé au chalumeau de petits morceaux pris dans ces couches, et j'y ai toujours trouvé des traces de cuivre.....

Hêtre. « Dans le hêtre, il est possible, en choisissant convenablement le bois, d'obtenir une pénétration complète de toutes les parties....

Pin. « Le pin, quelle que soit son essence, résiste d'une manière absolue à l'injection; l'aubier seul se pénètre[1]....

Acacia. « L'acacia est, de tous les bois essayés, celui qui est le moins propre à l'injection....

Frêne. « Le frêne se laisse pénétrer dans les vaisseaux de certaines couches de formation récente, mais d'une manière si incomplète qu'il doit être placé dans la même catégorie que le chêne.

« Il en est de même du châtaignier.

Charme. « Il se pénètre presque aussi bien que le hêtre.

Bouleau. « ... Ce bois, lorsqu'il est sec, rentrerait dans les mêmes conditions que le hêtre ou le charme.

Peuplier. « Le peuplier est, dans toutes les essences essayées, celle qui absorbe le plus de liquide et se pénètre le plus complétement. »

M. Vésignié a résumé, dans un tableau, le résultat des expériences qu'il a entreprises au mois d'avril 1859. Je reproduis les principales indications ainsi fournies, en supprimant celles qui se rapportent à la durée de l'injection, etc., et aussi en retranchant aux chiffres leurs dernières décimales. Le tableau suivant indique les quantités du sulfate de cuivre introduit dans les bois.

[1] « L'on a peut-être exagéré ou trop généralisé la tendance réfractaire des essences résineuses. Dans le procédé Boucherie lui-même... le cœur du bois se pénètre presque en totalité dans le pin maritime; il se pénètre en entier et avec la plus grande facilité dans le pin d'Alep. » (Avis de M. Sochet, direct. des constr. nav. à Cherbourg, juin 1859.)

TEMPS ÉCOULÉ approximativement depuis :		SIGNALEMENT des pièces.	DIMENSIONS des pièces.			CUBE des pièces.	POIDS avant l'injection		POIDS après l'injection		POIDS de liqueur absorbée.			POIDS de sel fixé, dans l'hypothèse d'une dissolution à 2. p. 100.	
l'abattage.	le débit.		Longueur.	Largeur.	Epaisseur.		des pièces.	du mètre cube.	des pièces.	du mètre cube.	par pièce.	par 100 kil. de bois.	par mètre cube de bois.	par mètre cube.	par 100 kil. de bois.
			m.	m.	m.	m. c.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.
2 ans.	1 an.	CHÊNE très-sec..... (Bois champêtre.)	2,540	0,160	0,110	0,0447	41,65	931	48	1,073	6,35	15,24	142	2,841	0,305
8 jours.	1 jour.	CHÊNE frais..... (Bois champêtre.)	2,742	0,157	0,144	0,0620	66,70	1,076	69	1,113	2,30	3,20	37	0,742	0,064
3 ans.	3 ans.	ORME sec..... (Très-ronceux.)	1,758	0,224	0,069	0,0272	18,90	694	31	1,139	12.10	64,02	444	8,884	1,280
6 mois.	1 jour.	ORME frais..... (Bois de fil.)	2,710	0,200	0,128	0,0694	60,00	865	78	1,124	18,00	30,00	259	5,189	0,600
45 jours.	1 jour.	HÊTRE frais.....	2,728	0,168	0,120	0,0550	48,50	882	60	1,091	11,50	23,71	209	4,182	0,474
1 an.	11 mois.	HÊTRE sec..... (Traverses de chem. de fer.)	2,697	0,190	0,100	0,0512	41,00	800	63	1,229	22,00	53,60	429	8,386	1,073
10 mois.	»	PEUPLIER sec.....	2,760	0,180	0,152	0,0755	51,50	681	81	1,072	29,50	57,2	390	7,813	1,146
1 mois.	»	PEUPLIER frais.....	2,40	0,152	0,122	0,0445	37,5	842	45	1,011	7,50	20,00	168	3,370	0,400
1 an.	»	FRÊNE sec.....	2,71	0,157	0,156	0,0671	60,00	894	68	1,013	8,00	13,3	119	2,384	0,267
1 an.	»	ACACIA sec.....	2,59	0,104	0,103	0,0277	27,00	973	28	1,009	1,00	3,7	36	0,721	0,074
10 mois.	»	CHARME sec.....	2,50	0,200	0,060	0,0300	29,5	983	37	1,223	7,5	25,4	250	5,000	0,508
1 an.	10 mois.	PIN sylvestre sec.....	2,76	——	——	0,118	68,3	579	146	1,237	77,7	113,7	658	13,17	2,275
1 an.	»	PIN maritime sec..... (2/3 aubier.)	2,75	0,197	0,127	0,069	37,00	535	67	970	30,00	81,8	434	8,68	1,636
5 ans.	5 ans.	PIN du Nord sec.....	1,94	0,222	0,073	0,034	14,00	412	18	530	4,00	28,5	118	2,35	0,571

Le liquide conservateur se trouve-t-il partout uniformément réparti dans une même pièce de bois ?

.... « J'ai dit que le liquide dont je m'étais servi pour toutes les pièces, à l'exception du chêne et de l'orme, était une dissolution de sulfate de cuivre dans laquelle avait été ajoutée de la teinture de campêche et de l'acide gallique. Les extrémités des pièces jusqu'à une certaine distance ont été trouvées parfaitement colorées par la dissolution; il en a été de même de certaines veines de bois s'étendant d'un bout à l'autre des pièces, mais, au centre de la plupart, la coloration est nulle; il se fait donc une sorte de filtration de la liqueur à travers les pores du bois. Un fait analogue a lieu pour toutes les dissolutions qui passent à travers des filtres très-résistants; ainsi, l'eau de mer qui filtre à travers une couche de sable très-épaisse se désature de sel.

« C'est ce même phénomène qui se présente dans le procédé Légé et Fleury-Pironnet, et le sulfate de cuivre, tout aussi bien que la matière colorante, se dépose et s'arrête en partie dans les pores du bois aux extrémités. Une pièce de hêtre de $5^{m}80$ de longueur, et de $0^{m}50$ de diamètre, préparée au sulfate de cuivre pur, le 18 avril (1859), en présence de M. l'ingénieur de Lapparent, a été coupée par le milieu au sortir du cylindre. J'ai recueilli la liqueur qui coulait abondamment des pores du bois; elle ne marquait à l'aréomètre que 8°, tandis que la liqueur de la cuve marquait 16°. L'analyse chimique conduit aux mêmes résultats.

« M. Vétillart a fait couper en quatre parties, dans le sens longitudinal, une traverse de hêtre injectée en juillet 1858, et, au moyen d'une solution titrée de sulfure de sodium (procédé Pelouze), a soumis à l'analyse des prismes détachés dans les parties A et B, c'est-à-dire à une des extrémités et au centre de la pièce.

« Voici les résultats de l'analyse :

	VOLUMES.	POIDS.	DENSITÉS.	POIDS du cuivre.	CUIVRE métallique. par mètre cube.	SULFATE de cuivre par mètre cube.
	c. c.	gr.		gr.	k.	k.
A (extrémité de la pièce).	161	126.06	0,795	0,349	1,733	6,818
B (centre de la pièce).	172,5	145,91	0,847	0,172	0,798	3,142

« Ainsi, l'analyse chimique conduit aux mêmes résultats que l'observation directe faite avec l'aréomètre; mais elle montre que le bois dans la partie centrale contenait encore $3^k,142$ de sulfate de cuivre par mètre cube, quantité probablement bien suffisante pour assurer sa conservation.

« Cette différence entre les extrémités des pièces et le centre doit être d'autant plus grande que la longueur des pièces est plus considérable, puisque, ainsi que je l'ai annoncé plus haut, la liqueur suit toujours le fil du bois et ne pénètre jamais transversalement d'une couche annuelle à la couche voisine, si ce n'est pour les couches d'aubier les plus tendres. » (M. Vésignié, *Rapp. au Minist. de la marine.*)

Cette inégalité dans la répartition de la liqueur cuprique tient peut-être à la difficulté plus grande de faire arriver le liquide jusqu'au centre, mais elle est due surtout à l'oblitération des vaisseaux par la matière incrustante.

Quelle est la dépense occasionnée par l'imprégnation ?

J'ai déjà noté la dépense de première installation de l'appareil. Voici les frais d'injection, suivant M. Vésignié :

Douze hommes sont nécessaires pour le mouvement des bois et la manœuvre des wagons. En établissant sur cette donnée le prix de revient du mètre cube de bois injecté, on aura, en partant des bases et des salaires adoptés dans l'industrie, pour la dépense de chaque jour, par journée de dix heures de travail et pour l'injection de 60 mètres cubes de bois:

	Fr.
12 hommes à 3 fr.	36
1 chauffeur	5
1 chef de chantier	6
Chauffage et entretien de la machine	25
Sulfate de cuivre, 360 kil. (à 6 kil. par mèt. c.), à 1f20 le kil.	432
Amortissement du capital de 60,000 fr. à 5 p. 100 en dix ans.	23
	527

Soit par mètre cube $\frac{527}{60}$ = 8 fr. 71, ou, en nombre rond, 9 francs.

MM. Légé et Fleury-Pironnet établissent ainsi la dépense (Rapp. de M. Ricour, 2 juillet 1859) pour 700 traverses ou 70 mètres cubes environ :

	fr.	c.
12 hommes à 2f50	30	»
1 chauffeur	5	»
1 conducteur de chantier	6	»
Chauffage de la machine	20	»
Entretien et graissage	5	»
Sulfate de cuivre, 385 kil. à 0f90, à raison de 5k,5 par m. cub.	346	50
Amortissement en dix ans, à 5 p. 100, de 61,000 fr. (par jour de travail à raison de 300 jours par an)	27	50
	440	»

Soit 6 fr. 29 par mètre cube.

Voici quelques renseignements qui m'ont été fournis par un important chantier d'injection de traverses de chemins de fer :

Un grand cylindre contient 80 traverses posées bout à bout. Chaque traverse en hêtre cube environ 0m,085. La liqueur cuivrique est formée de 15 kilogrammes de sulfate de cuivre dans un mètre cube d'eau à la température de + 15°.

Le bois injecté doit contenir réglementairement 5k,5 de sulfate de cuivre cristallisé par chaque mètre cube de bois ; d'où l'on déduit que chaque mètre cube de bois doit absorber 365 litres de la liqueur ci-dessus. Chaque mètre renferme de 10 à 12 traverses, moyenne 11, et chaque traverse 500 grammes de sulfate de cuivre dont la valeur est de 0f,40.

146. — Bois du port de Carthage (action de l'eau de mer), 1857.

Le port de Carthage, construit 800 ans environ avant l'ère vul-

gaire, présente encore sur plusieurs points des quais bien conservés. M. le Dr Guyon eut la pensée d'envoyer à M. le maréchal Vaillant quelques fragments de l'un des pieux enfoncés dans ces ruines du quai; sur place, ces pieux étaient encore entourés de toutes parts d'eau de mer. Examiné d'abord par M. Decaisne, ce bois lui a présenté la texture parfaitement reconnaissable d'un conifère, c'est-à-dire d'une essence résineuse. Il est très-lourd et comme pétrifié ; très-résistant en masse, il devient facilement friable lorsqu'on le subdivise. M. Peligot l'a soumis à l'analyse qui lui a donné les résultats suivants :

Eau	9,5
Carbonate de chaux	47,2
Carbonate de magnésie	2,5
Sel marin	7,2
Sulfate de chaux	1,6
Alumine et oxyde de fer	0,3
Silice	0,1
Matière organique (lignite)	31,6
	100,0

L'immersion prolongée dans l'eau de mer a transformé ce bois en une espèce de pétrification où les composés salins dominent. Le sel marin abonde, mais, bien plus que lui encore, le carbonate de chaux. Les carbonates de chaux et de magnésie se trouvent dissous dans l'eau de mer à la faveur de l'acide carbonique ; lorsque leurs concrétions sont venues remplir, en même temps que le sel, les pores du bois, elles l'ont véritablement pétrifié. — Voir *Doc.* n° 11.

147. — Crepin, ingénieur en chef (Belgique), 1857-1867.

Des expériences fort intéressantes ont été poursuivies pour la conservation des bois à la mer, de 1857 à 1867, par M. l'ingénieur Crepin. Ces expériences, faites dans le port d'Ostende, ont permis de constater :

1° Que les billes de bois de hêtre, *injectées au sulfate de cuivre*, ne résistent plus, après quinze mois d'immersion dans la mer, à l'attaque des tarets ;

2° Que, durant cette période, les billes de sapin du Nord, même incomplétement créosotées (à 200 kil. de créosote par stère), persistent sans altération dans les parties imbibées de créosote (aubier) ;

3° Que l'action conservatrice est mieux assurée et plus durable, lorsque le bois a été injecté de créosote (ou huiles lourdes du goudron) jusqu'à saturation, soit 440 kil. de créosote par mètre cube.

Voir quelques détails encore dans le *Document* n° 169, et *Annales des travaux publics de Belgique* t. XIX et XX.

148. — Dr **Vohl** (1858).

« *Détermination de la quantité de créosote contenue dans le goudron de houille et conservation des bois au moyen de cette substance.* — L'huile essentielle pesante du goudron de houille doit être agitée dans une éprouvette graduée, avec 10 pour 100 de son volume d'une forte solution de soude. Il se forme trois couches dont l'inférieure se compose de soude liquide; la moyenne contient la solution de créosote, et la supérieure contient les carbures d'hydrogène délivrés de créosote. Le volume de ces couches fait connaître les proportions de la créosote. Cette matière doit entrer pour 8 ou 10 centièmes dans l'huile de goudron de houille, tandis que l'huile obtenue pour la distillation des schistes en contient 70 pour 100.

La présence des huiles essentielles affaiblit la puissance d'absorption du bois pour la créosote. Quand on veut en imbiber le bois, M. Vohl invite à la dissoudre dans une solution de soude, en continuant l'action jusqu'à ce que l'eau ne donne plus lieu à un résidu huileux. On amène cette solution à une densité de 1,05, et on l'étend sur le bois, que l'on plonge ensuite dans une solution étendue de sulfate de protoxyde de fer qui sépare la créosote et occasionne un dépôt de protoxyde de fer qui passe bientôt à l'état de sesquioxyde hydraté et contribue aussi à la conservation du bois. Quant au sulfate de soude formé, il est enlevé par le lavage. Pour préserver les cordages et les voiles, l'auteur recommande de les faire passer dans un bain de gélatine, puis dans un bain d'infusion de tan, et de produire ainsi un précipité qui s'unit très-bien avec la créosote, etc..... L'auteur annonce que les bois ainsi préparés et enfouis en terre pendant huit ans se sont bien conservés et qu'une voile, soumise à un usage continuel de six ans, n'a encore que très-peu souffert. (*Dingler's polytechn. Journal*, et *Bull. de la Soc. d'encour.*)

148bis. — Enduit anglais (1858), pour la carène des navires.

« Cette nouvelle composition, récemment brevetée en Angleterre, est formée des éléments suivants : 56 kil. de céruse ; 3 kil. de litharge; 13k,5 de colle de vernisseur en laque dorée ; 4lit.,5 d'huile de lin bouillie ; 2lit.25 d'essence de térébenthine.

« Ces substances sont convenablement mêlées ensemble, puis appliquées à la surface de la carène à l'aide d'une truelle. On peut rendre la composition plus fluide en y ajoutant de l'essence de térébenthine en plus grande quantité, ainsi que de l'huile de lin ; elle serait alors appliquée comme une peinture ordinaire. » (Armengaud, le *Génie indust.*, t. XV, p. 42.)

149. — Dorsett (février 1859).

« Pour un mode de conservation des traverses de chemins de fer,» l'inventeur emploie l'huile de goudron et le sulfate de fer ou la créosote, en faisant pénétrer les liquides dans le bois par l'effet du vide.

150. — Dorsett et **Blythe**, *à Bordeaux* (juillet 1859).

« Pour des perfectionnements à des appareils destinés à immerger, sous pression, des bois que l'on veut conserver. » Après avoir sommairement rappelé les causes de détérioration des bois, les inventeurs brevetés se livrent aux considérations suivantes, reproduites par la publication officielle :

« 1° Quels sont les meilleurs agents propres à leur conservation ?

« 2° Quel est le moyen à employer pour imbiber les bois, dans toutes leurs parties, d'agents propres à leur conservation ?

« La première question a été résolue, en immergeant les pièces de bois dans une solution de *sulfate de cuivre* ou de tout autre agent antiseptique.

« Il s'agissait, enfin, de savoir par quel moyen nous arriverions à faire pénétrer activement le liquide conservateur dans les pores du bois, sans que ce liquide puisse altérer les appareils employés.

« Nous avons résolu cette question, en construisant un appareil spécial que nous allons décrire : un vase, de forme cylindrique, est composé de trois enveloppes ; celle du milieu est en plomb, les autres

en bois. Ces trois enveloppes sont maintenues par des cercles en fer, de façon que ce vase, une fois clos aux extrémités, puisse supporter une pression déterminée. Les cercles peuvent être en bois, ou faits de courroies, sangles ou cordages. Une des extrémités du vase cylindrique qui reçoit le bois à traiter est fermée par un couvercle fixe, et l'autre par un couvercle mobile.

« Un tuyau sert à introduire le liquide conservateur à la pression voulue; un autre tuyau est destiné à la vidange du vase. »

On trouve, au sujet de cette industrie, quelques indications précises et pratiques dans un excellent mémoire publié par M. Manès, ingénieur, dans le tome XV de la *Publication industrielle*, d'Armengaud aîné; ce mémoire a pour titre : « *Étuves de dessiccation et appareil pour l'injection des bois*, par MM. Dorsett et Blythe, manufacturiers à Bordeaux. » Sous ce titre modeste, l'auteur se livre à une étude très-complète des moyens de conservation qui intéressent et doivent développer la prospérité des Landes de Gascogne; il produit à cet égard des indications statistiques dignes d'être notées. J'engage le lecteur qui voudrait approfondir ce sujet à se reporter à la notice précitée, qui n'occupe pas moins de vingt-huit pages in-8°; j'en extrais seulement quelques lignes :

« Le procédé d'injection en vase clos par le vide et la haute pression, inventé par M. Bréant et rendu pratique par M. Bethell, fut employé en France, vers 1840, par ce dernier. Mais ce ne fut qu'environ dix ans plus tard qu'on commença à en faire usage dans la Gironde. MM. Burth et Cie montèrent alors à la Bastide (Bordeaux) un petit appareil dans lequel ils préparèrent pendant quelque temps à la créosote des traverses en chêne pour la Compagnie d'Orléans.

« En 1854, le même procédé fut appliqué par M. Bethell lui-même à la préparation des bois de pin pour les traverses nécessaires à l'établissement des voies de la Compagnie du Midi. M. Bethell fit disposer à cet effet au lieu de Lamothe, sur le chemin de la Teste, un grand appareil dans lequel il devait, d'après son marché, employer le sulfate de cuivre pour antiseptique; mais il fut bientôt reconnu que cette matière corrodait la tôle dont était formé le cylindre, et qu'il se produisait du sulfate de fer, lequel nuisait à la bonne préparation du bois. M. Bethell dut alors substituer le chlorure de zinc au sulfate de

cuivre, et c'est avec ce nouvel agent que fut exécuté le marché, qui dura environ deux ans. Mais on ne fut pas très-satisfait de cette préparation, en raison sans doute de l'entraînement par les eaux pluviales de la presque totalité du chlorure, qui est très-soluble.

« En 1859, la Compagnie Dorsett et Blythe, cessionnaire des droits du brevet pris en France en 1858 par M. Bethell pour l'injection au sulfate de cuivre, dans des cylindres en fer préparés contre l'action de cette dissolution par un triple revêtement intérieur, vint s'établir avec beaucoup de succès d'abord à Bordeaux, puis à Labouheyre, dans le département des Landes... etc ». (P. 187.)

Les planches 16 et 17 de la *Publication industrielle* reproduisent les appareils de MM. Dorsett et Blythe; mais la description suivante me paraît suffire : Il y a « deux cylindres d'injection A et B en tôle de fer recouverte intérieurement d'abord d'une couche de 1 millimètre d'épaisseur d'un mélange de bitume raffiné et de gutta-percha, puis d'une lame de plomb de 2 millimètres, enfin d'un doublage en bois de chêne et de pin de 4 centimètres d'épaisseur. » (P. 190.)

Ces mêmes inventeurs ont aussi imaginé d'établir sur roues de chemins de fer un cylindre d'injection qui permet d'aller trouver le bois sur le lieu même de production. Ce wagon porteur du cylindre est muni, en dessous, d'un réservoir propre à contenir le liquide conservateur. Dans le mémoire précité de M. Manès se trouve la description détaillée de cet appareil. (P. 202.) Il me suffit ici d'en donner une idée générale.

151. — *Académie hollandaise* (1859-1864).

C'est pour préserver les *bois à la mer* de la pourriture et surtout des attaques du taret, qu'une commission académique fut instituée en Hollande (1859) à l'effet d'étudier l'histoire naturelle de ce mollusque et de découvrir les moyens d'en préserver les bois. Cette commission était composée de MM. le professeur Vrolik (secrétaire de l'Académie des sciences d'Amsterdam), Harting, Storm, Buysing, van Oordt et von Baumahuer. Les expériences, commencées dès 1859, ont été résumées par M. von Baumahuer même dansun travail qui a été reproduit en partie et analysé avec le plus grand soin par M. l'ingénieur A. Forestier (*Mémoire sur la conserv. des bois à la mer*); j'en dé-

tache seulement les indications suivantes qui me paraisent offrir le plus d'intérêt, soit qu'elles signalent la voie à suivre ou les écueils à éviter. Il est d'abord question des enduits appliqués à la surface seule des bois (nos 151, — 152, — 153, — 154); puis des agents conservateurs qui pénètrent ceux-ci plus profondément (du n° 155 au n° 160).

Ces diverses expériences sont accompagnées de cette déclaration : « On s'étonnera peut-être que la commission n'ait pas essayé l'action du sublimé corrosif. Elle a cru pouvoir s'en dispenser, parce qu'à son avis l'inefficacité du sublimé était déjà suffisamment établie, surtout par des expériences faites antérieurement sur une grande échelle, dans le chantier de la marine, à Rotterdam. Il est à remarquer que, dès l'an 1730, des préparations mercurielles et arsenicales ont été essayées, mais sans résultats satisfaisants. Notre compatriote Job Baster en fait mention dans sa lettre au Président de la Société royale de Londres. » (*Résumé de von Baumahuer.*)

M. Brinkerink fait un mélange de talc de Russie, goudron de houille, résine, soufre et verre finement pulvérisé : ce mélange est appliqué à chaud sur les bois rendus préalablement un peu rugueux à l'aide d'un rabot à dents. La couche appliquée avait l'épaisseur d'une couple de millimètres.

Le bois ainsi revêtu fut immergé, en mai 1859, dans les ports de Flessingue, Harlingen, etc., mais il offrit, dès le mois de septembre de la même année, la preuve que cet enduit ne pouvait le préserver de l'action destructive du taret.

152. — Emploi de la paraffine.

Même remarque et même insuccès pour un vernis à la paraffine.

153. — Goudron de houille.

Le goudron de houille, appliqué à froid, en plusieurs couches superposées, ou à chaud sur du bois préalablement carbonisé à sa surface, a résisté plus longtemps aux attaques des tarets; ces mollusques commençaient à se montrer cependant au mois de septembre 1859, mais c'est seulement à l'automne de 1860, après un an et demi de séjour des pieux dans la mer, que le bois parut très-fortement attaqué par le taret.

154. — Flambage et carbonisation superficielle.

« Les pieux ainsi préparés furent placés dans l'eau à la fin du mois de mai 1859, et déjà l'examen auquel ils furent soumis à la fin du mois de septembre de la même année fit voir qu'aucun des moyens employés ne pouvait offrir un préservatif contre l'action destructive du taret : il n'y avait d'exception à faire que pour les pieux traités d'après le n° 6 (*carbonisés, puis goudronnés*).... Mais, lors d'une nouvelle visite faite dans l'automne de 1860, par conséquent après que le bois eut séjourné dans l'eau pendant au moins une année et demie, les pieux enduits de goudron de houille furent trouvés également attaqués fortement par le taret. » (*Résumé de von Baumahuer.*)

155. — Emploi du sulfate de cuivre.

.... « L'expérience prouva, dès l'été de la première année (1859), que ce moyen n'avait absolument aucune action sur le taret. Pour avoir la conviction que la non-réussite de ces essais ne devait pas être attribuée à une préparation insuffisante du bois, la commission fit venir de la fabrique de M. Boucherie, à Paris, deux pièces de tronc de hêtre..... Ces pièces, mises en expérience, ne résistèrent pas mieux au taret que celles sorties de la fabrique d'Amsterdam. » (*Id.*)

Il est fâcheux qu'on n'ait point vérifié si le cuivre persistait encore dans le bois au moment où le taret y était domicilié. (Voir *les Causes qui déterminent la dispersion de l'oxyde cuivrique,* chap. VI, 2e partie.)

L'estacade de Saint-Valéry-sur-Somme ayant été formée, en 1858, au moyen de bois pénétrés de sulfate de cuivre, M. Maurice Boucherie constate, dans une note envoyée à l'Académie des Sciences, que ces 3,000 pieux enfoncés dans la vase se sont conservés intacts; il ajoute toutefois que « les solutions cuivriques ne défendent que très-imparfaitement le bois à la mer des attaques du taret (à Saint-Valery je n'ai pas rencontré de tarets). Il résulte des informations que j'ai recueillies sur les ravages de cet insecte, que le moyen le plus propre à le combattre serait d'injecter les bois d'huiles fournies par la distillation de la houille ou peut-être d'acide phénique. » (*Rev. des eaux et for.*, 1868, p. 332.)

M. Maurice Boucherie n'eût pas été surpris de l'absence des tarets à l'embouchure même de la Somme, dans ce chenal où les eaux douces alternent avec les eaux salées, à chaque marée, s'il avait connu les recherches intéressantes de M. le Dr Laurent sur ce mollusque. (Mém. de 1850. Voir ci-devant chap. v, 2e partie.) M. Laurent a constaté, en effet, que le frai et les spermatozoïdes du taret ne sauraient vivre dans l'eau douce. On préserve même les bois des atteintes de ce térébrant, en les immergeant alternativement dans l'eau salée et l'eau douce.

156. — Emploi du sulfate de protoxyde de fer.

Déjà dans le courant du premier été, on put se convaincre que ce moyen n'empêchait nullement le bois d'être atteint par le taret.

157. — Emploi de l'acétate de plomb.

Résultat semblable à celui qu'a produit le sulfate de fer.

158. — Emploi du verre soluble et du chlorure de calcium.

« Des pieux de chêne et de sapin rouge furent injectés dans la fabrique de MM. Van der Elst et Smit, d'abord d'une dissolution de silicate de soude, et ensuite d'une dissolution de chlorure de calcium; cette double opération avait pour but de donner naissance, dans les pores du bois, à un silicate de chaux. Les pieux ainsi préparés furent laissés à l'air pendant une demi-année, avant d'être mis à l'eau, afin que la combinaison chimique, si elle devait se produire, pût s'effectuer aussi complétement que possible. Ces pieux furent descendus dans l'eau au Niewe Diep en mars 1862, et lorsqu'ils en furent retirés, au mois d'octobre de la même année, on put s'assurer que la préparation à laquelle ils avaient été soumis avait été impuissante à les mettre à l'abri des atteintes du taret. »

159. — Emploi de l'huile de goudron.

« La maison Haages et Cie, d'Amsterdam, livra des pieux de chêne et de sapin rouge injectés avec un produit de la distillation sèche de la tourbe, auquel elle donne le nom d'huile de goudron ou de paraffine; elle désira garder le secret sur la manière dont elle obtient

cette huile de goudron et sur le procédé suivi pour la faire pénétrer dans le bois. »

Ces bois ont été mis en expérience, au mois de juillet 1860, dans les eaux de Stavoren et de Niewe Diep.

Première visite des bois à la fin de 1860 : ils ont résisté aux tarets. *Deuxième visite*, en 1862, après trois étés : on trouva des traces de tarets sur les pieux en chêne, mais non sur ceux en sapin rouge. *Troisième visite*, en novembre 1863 : des tarets bien développés se montrèrent partout.

160. — Emploi des huiles créosotées.

L'huile créosotée « est, comme on sait, un produit de la distillation sèche de la houille.... Des essais avaient été tentés, aussi bien à l'étranger que dans la Néerlande, avec du bois imprégné d'huile de créosote. Dès l'origine de ses travaux, la commission accorda une attention spéciale à ce moyen important. Les bois de diverses espèces, préparés à l'huile de créosote dans la fabrique de la société pour la préparation et la conservation des bois à Amsterdam, furent placés dans l'eau, au mois de mai 1859, à Flessingue, à Harlingen et à Stavoren. Au mois de septembre suivant, à Flessingue, les pieux de chêne, de sapin et de sapin rouge furent trouvés intacts, tandis que les pieux non préparés avaient été attaqués. Au mois d'octobre de la même année, on examina les pieux de sapin et de sapin rouge créosotés placés à Harlingen : ils montrèrent également un parfait état de conservation.

..... « Tous ces pieux furent examinés vers l'automne, en 1862, 1863 et en 1864. Tandis que les pieux de bois non préparés, placés, en guise de contre-épreuve, dans le voisinage des autres, furent trouvés chaque année remplis de tarets, on ne découvrit, lors du premier examen, des traces de tarets que dans les pieux en chêne créosotés dans la fabrique d'Amsterdam ; mais, en sciant les pieux, on s'aperçut que l'huile de créosote n'avait pénétré le bois de chêne que très-incomplétement.

« Le troisième examen, auquel on procéda en 1864, fit voir que les pieux en sapin, en hêtre et en peuplier, créosotés en Angleterre, dans la fabrique de M. Boulton, et qui, ayant séjourné dans l'eau de

mer depuis le mois d'août 1861, avaient été exposés pendant plus de trois années aux influences du taret, étaient demeurés parfaitement intacts..... Un résultat également favorable et décisif fut obtenu avec les pieux en sapin rouge, créosotés dans la fabrique de la société pour la préparation et la conservation des bois à Amsterdam. Bien que ces pieux fussent plongés dans l'eau de mer depuis le mois de juillet 1860, et qu'ils y eussent passé par conséquent cinq étés consécutifs, on ne put rien découvrir qui ressemblât à des galeries de tarets ; un seul de ces pieux, dans un point où la couleur du bois indiquait suffisamment la non-pénétration de l'huile de créosote, montra de très-petites vermoulures.... Quant aux pieux non préparés, qui devaient servir à l'épreuve contradictoire, il n'en était rien resté que les petits abouts qui s'élevaient au-dessus de l'eau ; tout le reste était entièrement converti en une masse spongieuse qui se brisait au moindre effort. »

La commission conclut : que le seul moyen que l'on puisse regarder, avec une grande probabilité, comme un véritable préservatif contre les dégâts auxquels le bois est exposé de la part du taret, est l'huile de créosote, en tenant soigneusement compte toutefois de la qualité du liquide, de la manière dont l'imprégnation se fait et de la nature du bois que l'on soumet à cette préparation.

161. — Armstrong (1860).

Le lourd appareil cylindrique qui sert à l'imprégnation du bois peut être établi sur roues en conservant à celles-ci l'écartement des voies ferrées. Dès lors, rien ne s'oppose à l'envoi de cette machine dans les lieux de production des bois ; mieux vaut qu'elle aille au bois, que le bois à elle. C'est là l'idée manifestée et réalisée par M. Armstrong (voir *le Technol.*, oct. 1860, t. XXII, p. 28).

161bis. — Fragneau (1860).

« Pour éviter, autant que possible, les frais de transport et de manœuvres qui augmentent sensiblement le prix des traverses de chemins de fer et des poteaux télégraphiques, M. Fragneau a eu l'idée de disposer un appareil pouvant être aisément et rapidement transporté sur tous les points où seraient entassés, le long d'une

voie ferrée, par exemple, les traverses sorties des forêts avoisinantes.

« L'appareil dont fait usage M. Fragneau peut, au besoin, remplir cette condition avec une locomobile pour moteur et un tuyautage facile à installer. Il fait gagner du temps pour le chargement et le déchargement du cylindre, en ce que les deux moitiés de ce cylindre n'ayant que la longueur d'une traverse, les ouvriers n'ont point à pénétrer dans son intérieur. » (*Publ. ind.*, d'Armengaud, t. XV, p. 200.)

L'appareil est un cylindre métallique revêtu d'un enduit préservateur (couche de minium); ce cylindre est scindé en deux parties égales qui peuvent se réunir par des brides et ne forment plus alors qu'un seul cylindre. Chaque moitié est portée par 4 roues qui peuvent se mouvoir sur les rails. On comprend par là les dispositions générales; si elles ne suffisaient pas au lecteur, il pourrait voir la description détaillée et le dessin dans l'ouvrage précité.

Un brevet d'invention de quinze ans, en date du 15 décembre 1860, a été délivré à M. Fragneau, à Paris, pour des perfectionnements apportés aux appareils et aux procédés propres à la conservation des bois par voie d'injection.

CHAPITRE VIII

Depuis 1861.

Les résultats acquis jusqu'ici paraissent suffire aux besoins industriels; l'activité des recherches semble s'atténuer. — Les procédés de carbonisation superficielle, recommandés par M. de Lapparent, sont toutefois l'objet d'applications nombreuses et importantes. — MM. Melsens, Rottier, Petitjean, publient des Notes très-intéressantes. — Quelques procédés de conservation sont produits et appliqués durant cette période.

162. — A. Petitjean (1861).

M. Petitjean a publié des « Remarques au sujet du procédé de conservation des bois du Dr Boucherie ». Ce travail, inséré dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement*, t. VIII, nouvelle série, est digne de fixer l'attention; j'en extrais quelques passages :

..... « Le procédé du Dr Boucherie a fourni des preuves très-remarquables d'efficacité : c'est celui qui a reçu les applications les plus étendues..... En groupant les observations relevées jusqu'à ce jour, on est conduit à imputer les effets de décomposition rapide qui ont été constatés, non au procédé, mais à son mode d'application.....

« Nous pouvons décomposer comme suit l'action de la liqueur préservatrice :

« 1° Réaction du sulfate de cuivre sur l'albumine végétale;

« 2° Réaction entre le sulfate de cuivre et les sels minéraux interposés dans le tissu ligneux; ainsi, le sulfate de cuivre, en présence de carbonates alcalins et du carbonate de chaux, abandonne au bois de l'hydro-carbonate de cuivre et laisse écouler des sulfates alcalins et du sulfate de chaux [1]. Il y a, en outre, chez les résineux, formation d'un composé dans lequel la résine joue le rôle d'acide.

[1] C'est une erreur de croire que les tissus végétaux contiennent les carbonates alcalins ou terreux tout formés; on retrouve, il est vrai, ces carbonates dans les cendres, mais l'acide carbonique est le résultat de la combustion même du végétal.

Ces bases sont unies, dans le végétal, à divers acides organiques.

« On conçoit, d'après cela, que la proportion de sel de cuivre puisse varier dans des parties de bois très-voisines, suivant les proportions de substances organiques ou minérales sur lesquelles elle a réagi....

« Le sulfate de cuivre est un antiseptique puissant, mais son action sur l'albumine végétale n'est pas complète, quelle que soit d'ailleurs la quantité employée, et sa présence ne s'oppose pas d'une manière absolue à la formation de végétations cryptogamiques. C'est peut-être à cette cause que l'on doit attribuer, comme nous le verrons bientôt, les effets de destruction rapide observés sur des bois dans lesquels on retrouvait, après leur décomposition, des quantités très-notables de sulfate de cuivre fixé.

« Dans les chantiers, pendant toute la durée d'une campagne, le liquide ayant servi à la préparation est recueilli dans un bassin, enrichi par l'addition du sulfate de cuivre en cristaux, puis élevé de nouveau dans les cuves pour repasser ensuite dans les billes mises en chantier. Le dosage du sulfate de cuivre se fait de la manière suivante : connaissant le cube C du bois préparé en moyenne pendant 24 heures, sachant d'ailleurs que chaque mètre cube de bois doit absorber $5^k,50$ de sulfate de cuivre $\frac{5,50 \times C}{24}$ est la quantité qui doit être dissoute, par heure, dans le liquide recueilli. »

Mais l'auteur de la note ajoute que le liquide repassant dans le bois se charge « de sels alcalins et terreux et de matières azotées qu'on ne lui enlève pas et qui peuvent paralyser l'action de l'agent antiseptique, si même ils n'activent pas la décomposition des bois dans lesquels on les introduit.

« Je citerai quelques observations.... Si l'on conserve du liquide ayant servi à la préparation des bois, on voit des végétations cryptogamiques se former à la surface, et ce phénomène persiste pendant longtemps, malgré la présence du sel antiseptique. Lorsque la surface du liquide est exposée à l'air libre, l'action commence à se développer en 24 heures, et continue tant qu'il y a quelque point de contact avec l'air..... J'avais pris, dans les cuves d'un chantier en activité, de la liqueur servant à la préparation ; cette liqueur était conservée dans un flacon bouché contenant peu d'air. Les végétations qui se

sont formées ont pris rapidement un développement superficiel de $0^m,01$ à $0^m,015$, et sont devenues des corps solides de couleur ocreuse.... Enfin, la liqueur filtrée, au bout de deux ans, et conservée dans un flacon ouvert, a donné encore des végétations très-abondantes, accompagnées d'un dépôt brun, pulvérulent. Cette dissolution contient sept grammes de sulfate de cuivre par litre d'eau ...

« D'autres circonstances remarquables font également ressortir l'action des matières organiques extraites des bois préparés par ce procédé. Pendant l'opération, il se dépose sur la section par laquelle se fait l'admission du liquide une couche de crasses dont la couleur varie du vert-jaunâtre au noir, et devient d'autant plus foncée, que la date de la mise en exploitation du chantier est plus ancienne. Ces dépôts sont souvent assez abondants pour qu'il soit nécessaire de nettoyer plusieurs fois les sections pendant la durée d'une opération. J'ai analysé deux échantillons de crasses noires séchées à l'air, et obtenu les résultats suivants :

1er ÉCHANTILLON.

Perte au feu	15,030	98,166
Partie insoluble (sulfate de chaux, silice, argile)	66,600	
Peroxyde de fer	6,180	
Oxyde de cuivre	10,356	

2e ÉCHANTILLON.

Perte à la calcination	55,370	97,886
Perte au grillage	19,369	
Partie insoluble	10,357	
Peroxyde de fer	4,294	
Oxyde de cuivre	7,864	
Sulfate de soude	0,632	

Si j'ai bien compris les conclusions de l'auteur, elles tendraient à rechercher dans quelles limites pratiques la même solution cuivrique peut revenir dans le bois, — après avoir été chargée de nouvelles doses de sulfate de cuivre cristallisé, — sans pervertir l'action conservatrice de la liqueur.

Il me semble qu'il y a ici quelques lacunes, et que cette étude devrait être élargie : d'abord, au lieu de constater la quantité d'eau

qui persistait sans doute dans les crasses humides analysées, mieux vaudrait doser la quantité de matière organique et surtout d'azote qu'elles peuvent renfermer : là est la question. Ces crasses sont-elles albuminoïdes? tout porte à le croire; mais on voudrait la certitude.

Ensuite, l'action signalée par l'auteur et exercée par la séve sur la solution cuivrique, est plus manifeste sans doute lorsqu'on agit sur des arbres récemment abattus, gorgés de séve ; mais lorsqu'on opère, d'après les autres méthodes, sur des bois secs, on doit avoir les mêmes effets, avec moins d'intensité seulement : l'injection préalable de vapeur amollit les bois, le liquide cuivrique le pénètre et se retire, emportant probablement une faible dose des éléments de la séve. Enfin, quel rôle jouent les corpuscules de l'air dans la production de ces végétaux cryptogamiques au sein de la liqueur de sulfate de cuivre? — Il serait intéressant de combler ces lacunes et de se livrer à ces recherches.

Après avoir résumé ce travail de M. Petitjean, M. Payen dit : « La solution cuivrique chargée de séve devient une cause d'altération du tissu ligneux, au lieu de servir à le conserver. » (*Chimie*, t. II, 5e éd.)

163. — *Le Technologiste* (juin 1861).

« *Procédé de durcissement des bois.* — Le procédé consiste à soumettre le bois à l'action de la chaleur pendant qu'il est renfermé et refoulé dans un moule, et à l'imprégner, soit en totalité, soit en partie, avec des substances résineuses, huileuses et repoussant l'humidité, ou avec des sels minéraux et métalliques, ou enfin avec des corps conservateurs quelconques..... Dans cet état, les blocs sont soumis à l'action de la vapeur à haute pression dans un vase clos très-résistant qui les prépare parfaitement, et où la condensation de de la vapeur produit un vide qui en ouvre les pores. On fait alors arriver dans ce vase une substance résineuse ou grasse, ou bien des sels ou autres corps préservateurs, suivant les exigences du produit qu'on fabrique, et dans quelques cas on favorise l'injection de ces substances par une pression mécanique. Quand les blocs ont été extraits de ce vase, on les soumet à l'action de la chaleur pour en chasser l'humidité ou le dissolvant des matières injectées.... » etc. (Température de l'étuve : 90° à 260° C.) Voy. *Doc.* 121.

164. — Guibert (1861).

« En vue de prévenir l'altération des bois de la marine, M. Guibert avait employé un ingénieux procédé de dessiccation gradué, à l'aide de la fumée provenant d'une combustion incomplète de débris ligneux; plusieurs commissions officielles avaient constaté l'efficacité de ce procédé qui, tout en desséchant le bois, l'imprègne de produits goudronneux antiseptiques que la fumée recèle, et qui rend difficilement putrescibles les matières azotées, soit végétales, soit animales, comme dans la préparation des viandes fumées, par exemple. » (Payen, *Rapport*, *Bull. de la Soc. d'enc.*, t. XV.)

.... « Un autre procédé qui fonctionne en ce moment à Tourlaville, près Cherbourg, et pour lequel l'inventeur, le sieur Guibert, a pris un brevet, me paraîtrait devoir donner des résultats à la fois plus expéditifs et plus sûrs (*pour la dessiccation des bois*) que ceux dus à l'emploi de l'air sec et chaud. Il consiste à faire arriver dans l'étuve la fumée produite par la distillation de certains combustibles, sciure de bois, vieux tan, houille grasse, etc. A l'aide d'un ventilateur établi d'une manière ingénieuse, on donne à la fumée un mouvement de rotation autour des bois mis à sécher, de manière à obtenir une température moyenne uniforme dans tous les points de l'étuve. Comme la distillation des combustibles est toujours accompagnée d'un dégagement assez considérable de vapeur d'eau, celle-ci paraît s'opposer à la naissance des gerçures et des fentes. J'ai vu, dans l'usine du sieur Guibert, une forte partie de planches préparées par ce procédé, et toutes m'ont paru parfaitement saines. Il serait très-intéressant pour la marine d'entreprendre une série d'expériences progressives qui, si elles réussissaient, fourniraient le moyen de dessiccation, probablement le plus simple et le moins dispendieux, à appliquer aux bois de construction. » De Lapparent, *du Dépérissement des coques des navires*, etc, p. 28, en 1862.)

Lire le *Mém.* de M. Payen, *Annal. du Conservat. des arts et mét.*, t. v, p. 350, et *Doc.* 19, — 25, — 31, — 71, — 84.

165. — *Dingler's Journal* (1861).

Moyen de prévenir la pourriture du bois. — Pour empêcher les pieux et les piquets de pourrir en terre, on prépare le mélange suivant

qui finit par acquérir la dureté de la pierre : « 50 parties de résine, 40 parties de craie finement pulvérisée, 300 parties (ou moins, selon le cas) de sable blanc, fin et rude, 4 parties d'huile de lin, 1 partie d'oxyde rouge naturel de cuivre, et 1 partie d'acide sulfurique. On fait d'abord chauffer la résine, la craie, le sable et l'huile de lin dans une chaudière en fer ; ensuite on ajoute l'oxyde et, avec précaution, l'acide sulfurique. On mêle soigneusement; puis, on applique avec un fort pinceau la composition encore chaude. » (Dingler's *Journal*, et *Bull. de la Soc. d'enc.*)

166. — L'ingr **de Lapparent** (1862).

M. de Lapparent, directeur des constructions navales, en France, a pensé que le problème de la conservation des bois pourrait être résolu au moyen de leur carbonisation superficielle. C'est là un vieil usage, une antique méthode sans doute; mais il suffirait, suivant le savant directeur, de trouver des moyens faciles de carbonisation pour que ce procédé simple fût généralement employé, surtout pour les bois de la marine. C'est donc à la recherche de ces moyens que M. de Lapparent s'est appliqué. Dans une brochure intéressante publiée par lui à ce sujet, il s'exprime ainsi :

« J'ai fait connaître, dans le mémoire que j'ai publié précédemment sur le *dépérissement des coques des navires*, les moyens simples et économiques de conservation de bois mis en œuvre, que je conseillais d'adopter, en me fondant sur une pratique universelle et séculaire, et qui consiste en une légère carbonisation des surfaces, obtenue par un jet de flamme forcée, qu'on règle à volonté.

« Depuis lors, ces procédés, grâce à l'invention d'appareils nouveaux, ont pris une grande extension, tant dans l'agriculture que dans les chemins de fer, l'industrie du bâtiment et les constructions navales.

« Mais la question a une telle importance, que je crois devoir ajouter de nouveaux développements à mon premier travail. (*Conservation des bois par la carbonisation de leurs faces*, p. 1.)

« En premier lieu, sous l'action d'un jet de flamme, dont la température atteint 1,000° à 1,200°, le bois éprouve, sur une épaisseur très-sensible, une dessiccation complète. J'assistais, il y a peu de

jours, à la carbonisation d'une traverse de hêtre et j'observai que, sur toute la périphérie de l'une des extrémités, l'eau séveuse, à une profondeur de 15 à 20 millimètres, s'échappait en bouillonnant, comme cela arrive quand on brûle du bois vert dans un foyer. » (P. 9).

La flamme détruirait d'abord tous les germes qui, entraînés par l'air, auraient pu s'accumuler dans l'épiderme des bois ; et puis : « La *douche de flamme* développe sur les faces du bois une légère couche entièrement charbonnée, qui repose immédiatement sur une surface simplement torréfiée, c'est-à-dire qui n'a reçu que la quantité de chaleur nécessaire à la distillation du bois, dont la croûte se trouve, par suite, imprégnée des produits de cette distillation, qui se composent principalement de matières créosotées et empyreumatiques. Ces matières sont antiseptiques.....

« Au mois d'août 1862, me trouvant au port de Cherbourg, je fis préparer 12 barreaux de bois de chêne qui furent carbonisés sur la moitié de leur longueur seulement, à l'aide du chalumeau à gaz; puis, tous les barreaux furent placés, côte à côte, dans une caisse entre deux couches de fumier de cheval. Un an après, c'est-à-dire au mois d'août 1863, on retira les barreaux et, après qu'on les eut nettoyés, on vérifia que toutes les faces, sans exception, qui n'avaient pas reçu la préparation étaient plus ou moins profondément décomposées, tandis que les parties carbonisées n'accusaient pas la plus légère altération et que sous la couche de charbon, dont l'épaisseur ne dépassait pas celle d'une *pelure d'oignon,* on retrouvait immédiatement le bon bois. Au contraire, des barreaux simplement enduits d'une couche de goudron minéral, que j'avais joints à ceux carbonisés, n'avaient pas résisté. » (P. 11 et 13.)

Chalumeau à gaz. L'appareil « le plus simple, le plus commode, celui qui s'applique à tous les cas, sans exception, est le chalumeau à gaz ». M. de Lapparent place ici la description de ce chalumeau alimenté par le gaz ordinaire d'éclairage et par l'air forcé qu'un mince tube adducteur vient y mélanger tout près du point d'où jaillit la flamme. Il est évident que les réservoirs doivent être distincts et que le mélange gazeux ne peut être opéré qu'auprès du foyer enflammé : ces conditions doivent être remplies pour qu'il y ait combustion suc-

cessive, et non explosion d'un mélange détonant. Voir au surplus la description plus complète et le dessin de cet appareil très-simple et très-sûr dans la brochure précitée, pag. 15.

Dépense. En faisant usage de l'appareil breveté de M. Hugon (*ci-après décrit*), le prix de revient, par traverse de chemin de fer, est de 0f,151 : « C'est à peine la sixième partie de celui de la sulfatisation ou du créosotage [1]. » (Pag. 28.)

Pour « la *Flandre*, qui a consommé près de 5,000 mètres cubes de gaz, la dépense par mètre carré n'a pas dépassé 0f,28.... Un ouvrier carbonise 3 mètres carrés environ par heure. » (Pag. 19.)

Cette expérience de carbonisation a été largement tentée sur la flotte française, puisque l'auteur donne la liste de 24 bâtiments qui ont subi cette préparation (*même notice*, p. 20).

M. de Lapparent admet donc que la carbonisation superficielle détruit les germes adhérents au bois, en produisant en même temps des corps empyreumatiques et du charbon, c'est-à-dire deux couches protectrices. Sa confiance repose sur cette pratique séculaire qui attribue aux bois carbonisés superficiellement une inaltérabilité relative; mais cette confiance est fondée surtout, comme l'indique l'auteur dans sa notice (*Dépérissement des coques de navires*, etc.), sur une expérience tentée par la marine anglaise ; je cite ces mots de M. de Lapparent : « Cette conviction s'est changée, pour ainsi dire, en certitude, lorsque j'eus pris connaissance, à l'article *Seasoning of timber*, d'un extrait de l'*Architectural navy*, ouvrage publié à Londres, en 1852.

[1] « C'est le chemin de fer d'Orléans qui, le premier, a fait servir l'appareil de M. Hugon à la carbonisation des traverses. J'ai sous les yeux le prix de revient, établi par M. Fédou, ingénieur du matériel fixe, pour 288 traverses carbonisées sur le chantier de Vierzon du 1er au 15 mai 1865, d'où il résulte que la dépense ne s'est élevée qu'à 43f,46, se décomposant ainsi :

Matières.	7 46	43 fr. 46
Main-d'œuvre.	36 »	

« Dans ce décompte, l'heure de travail figure pour 0 fr. 25, et les 1,000 kilog. de houille pour 15 fr. 25. Il en résulte que le prix de revient, par traverse, n'est que de 0 fr. 151. »

M. de Lapparent ajoute, dans une note : « L'idée de préparer les traverses par la carbonisation de leurs faces appartient à M. Morandière, ingénieur en chef des ponts et chaussées et des travaux neufs de la ligne d'Orléans. Les premiers essais eurent lieu à Lorient avec le chalumeau à gaz. » (*Conservation des bois*, etc., p. 27.)

« L'auteur, après avoir cité quelques essais tentés au commencement du dix-huitième siècle, pour prolonger la durée des bois de construction, ajoute que « peu de temps après, on pratique dans les docks « de la marine royale la méthode de chauffer artificiellement les bois « et, même, de les carboniser (*charring*) avant la mise en place, et « aussi celle de les étuver, c'est-à-dire de les chauffer dans des bains « de sable. Le *Royal Williams*, un des exemples les plus remar- « quables de longévité que présentent les annales de la marine bri- « tannique, avait été construit, soit en partie, soit en totalité, avec « des bois carbonisés ». (*Du dépérissement*, etc., p. 37.)

Je viens d'exposer la pensée de l'auteur et les appareils auxquels il a recours pour l'appliquer ; j'ajoute que M. de Lapparent ayant appelé, par ses brochures, l'attention publique sur cet intéressant problème, des remarques se sont produites ; je les ai notées.

Il est nécessaire de dire ici qu'en 1864 M. Hugon, ingénieur, imagina un appareil breveté qui permet la carbonisation rapide d'une grande masse de bois (*Doc.* 171). Ce nouvel appareil n'est plus le chalumeau simple de M. de Lapparent, mais un chalumeau amplifié et puissant : d'ailleurs, même but et même résultat, lorsque cet appareil est appliqué à la carbonisation superficielle des bois. M. de Lapparent en produit lui-même la description (*Conserv. des bois*, p. 26).

M. Payen, dans un rapport (1867) sur les appareils pour la conservation des bois et la désagrégation des roches par M. Hugon, ramène l'étude aux questions de *principes* et rappelle l'exemple du *Royal Williams :* « Une grande épreuve de ce genre avait été faite, il y a près de cent ans, alors qu'on voulut introduire le système de carbonisation superficielle dans les arsenaux de la marine anglaise : le *Royal Williams* fut en partie préparé de cette manière, et l'on a remarqué que ce vaisseau de la marine britannique eut la plus longue durée. Toutefois, la pratique de la carbonisation des navires ne s'était pas généralisée, car les moyens pour l'appliquer étaient trop dispendieux et exposaient à de trop grands dangers d'incendie. »

Il n'est pas téméraire de penser que cette carbonisation *anglaise*, précédée d'une immersion du bois dans des bains de sable chauffé et dans une étuve, devait être plus profonde, et sans doute plus

efficace, que la carbonisation instantanée et superficielle opérée par la douche de flamme.

La crainte des incendies, et la dépense occasionnée par l'application de ce moyen, ne furent probablement pas les seuls motifs qui déterminèrent l'Amirauté anglaise à abandonner la carbonisation des bois : telle est l'impression que provoquent les nombreux documents cités au cours de cet ouvrage, documents qui manifestent la persistance, l'ampleur et parfois les dangers des expérimentations accomplies en Angleterre. Il paraît probable que cet abandon avait une autre cause clairement révélée par Knowles lui-même (*Doc.* 22). L'expérience de carbonisation superficielle tentée sur le navire le *Dautnless,* en 1814, avait rendu manifeste l'impuissance de ce moyen conservateur ; pour mieux dire et pour rester complétement exact, le grave échec qui fut alors constaté vint montrer que, si la carbonisation superficielle pouvait exercer une action efficace, les conditions d'un succès toujours certain n'étaient ni connues ni assurées.

Un résultat qui paraît évident aujourd'hui, c'est que si l'on dessèche et si l'on torréfie progressivement le bois à une grande profondeur, on diminue la résistance de ses fibres à la rupture, mais on augmente proportionnellement leur résistance contre les agents septiques. Que si, au contraire, on emprisonne l'humidité et la séve sous une simple et rapide carbonisation, mince comme une pelure d'oignon, les résultats ne risquent-ils pas d'être inverses, c'est-à-dire qu'on pourra bien conserver à la fibre sa résistance, mais aux dépens de la perpétuité de l'action conservatrice ?

Voilà, ce semble, l'idée qu'il faut se former de cette opération. Les divergences dans les résultats signalés par différents auteurs ne doivent point surprendre ; ils ont généralement omis de dire quelle était la profondeur de l'action subie par le bois. Le moyen d'assurer au bois la plus longue durée consisterait sans doute à le rapprocher le plus possible de l'état de charbon, puisque ce dernier corps est inaltérable et éternel ; mais alors la nouvelle substance, sans flexibilité et presque sans ténacité, n'aurait plus ni les propriétés ni le caractère du bois.

Quand Hartig, en 1826, a enfoui en terre des pieux superficiellement charbonnés, il vit que la décomposition du bois sous-

jacent n'en était pas notablement retardée (*Doc.* 56). Quand Baist, en 1854, brûla le bout des pieux enfoncés en terre, il reconnut que cette opération ne préservait pas le bois de la décomposition (*Doc.* 137). Je reproduis ici un passage de ce dernier document : « Les autres pieux, laissés sans préparation, ou brûlés par le bout, ou enduits de goudron, sont entièrement pourris, à l'exception d'un petit nombre dont le bois était très-résineux. »

En rappelant ces expériences, il ne faut pas oublier cependant celles qu'on leur oppose, telles que le succès du *Royal Williams* et les succès constatés par M. de Lapparent lui-même. Il est de toute justice de déclarer que la carbonisation superficielle des bois est devenue facile, rapide, économique, grâce aux perfectionnements remarquables qui viennent d'être rappelés. Mais ces perfectionnements mêmes, en rendant la carbonisation plus prompte et plus superficielle, ne sont-ils pas de nature à la rendre aussi moins efficace ? Je soumets cette question aux praticiens compétents et au savant inventeur lui-même.

En résumé, le bois est d'autant moins altérable que, sous l'influence d'une température élevée, il se rapproche davantage de l'état de charbon, et que ses matières azotées sont plus profondément altérées ou même détruites. Il est difficile d'admettre que la couche très-superficielle de charbon formé, dans le flambage des bois épais, préserve longtemps de toute altération les couches profondes et sous-jacentes. Les agents de décomposition (microphytes, microzoaires), introduits avec l'air et l'eau, ne manquent jamais d'aller jusqu'à ces couches ; le mince écran soit de charbon, soit de substances goudronneuses produites pendant la carbonisation, ne les arrête pas longtemps. En se plaçant au point de vue des principes exposés ici succinctement, il est permis de présager l'efficacité momentanée d'une carbonisation superficielle[1]. Pour une action plus profonde, relire divers documents insérés dans ce volume et notamment, à la page 113, les renseignements relatifs à la torréfaction des bois, et puis les *Doc.* 6, — 105 *bis*, — 117, — 123 ; mais la ténacité des fibres

[1] « La carbonisation superficielle est plus efficace quand elle se fait par l'intermédiaire des matières goudronneuses, que lorsqu'on se contente de porter le bois en nature à une température qui en désorganise une partie. » (Melsens, *Conservation des bois*, 2e note.)

serait atteinte. Le problème qui attend encore une solution peut être ainsi formulé : *carboniser ou plutôt torréfier les bois jusque dans les fibres les plus internes, sans nuire à leur ténacité.* Il est vrai que ce problème est sans doute insoluble; aussi, a-t-on cherché à tourner la difficulté, en combinant les avantages d'une torréfaction commençante avec la souplesse déterminée par la pénétration de liquides oléagineux bouillants.

M. l'ingénieur Richoux, en prenant part à une discussion engagée au sujet du procédé de M. de Lapparent devant la Société des ingénieurs civils (*Compt. rend. de la Soc. des ing. civ.*, t. XV, p. 467), rapproche aussi de l'expérience satisfaisante tentée sur le Royal Williams l'échec éprouvé sur le Dauntless; il calcule le prix de revient du nouveau moyen. Ce compte est, en résumé, ainsi établi par M. Richoux (application à 100 traverses) :

Gaz (à raison de 200 litres par mètre carré. 100 traverses = 240 mètres superficiels × 200 litres = 48 mètres cubes de gaz, à 0f,30.		14f 40
1 surveillant.	5 »	41 »
6 carboniseurs à 4 fr.	24 »	
3 souffleurs à 2 fr.	6 »	
1 équipe de manœuvres (payée à la tâche).	6 »	
Entretien des appareils.		1 »
Droit de brevet à 0f,10 par traverse.		10 »
		66f 40

« En admettant qu'on puisse réduire le gaz à 0f,20 le m. cube, la dépense monterait à 61f,60, soit 0f.66 ou 0f,61 par traverse (p. 468).

« Quelques membres font remarquer que l'estimation de la dépense par M. Richoux est excessive (p. 472). »

Je me borne à noter ces éléments divers, en observant que l'application directe de la houille, au lieu du gaz, doit apporter une notable économie. Voir la note de la page 320 et le *Doc.* 171.

A la fin de sa brochure sur le *Dépérissement des coques des navires en bois* (p. 45), M. de Lapparent recommande d'enduire la face interne ou le bordé d'un navire, ainsi que le dessous du vaigrage, d'une peinture composée de : fleur de soufre, 200; huile de lin ordinaire 135; huile cuite manganésée, 30. Il se produit de l'acide sulfureux sous l'influence de l'oxygène atmosphérique, et cet acide,

on l'a vu sur la vigne, suffit à éloigner l'oïdium et les végétaux cryptogamiques. Dans ce mélange, il y a des réactions qui ne me paraissent pas tout à fait aussi simples : d'abord, l'huile manganésée vient former un sulfure et, plus tard, un sulfate de manganèse, agent conservateur. Puis, l'excès de soufre, en produisant de l'acide sulfureux et, partiellement, de l'acide sulfurique, ne pourrait-il pas réagir sur la fibre ligneuse, en l'altérant? Je me hâte de répondre que la production de cet acide énergique serait si peu abondante qu'elle ne permet pas de supposer une action très-profonde, et qu'ainsi toute force est ôtée à cette objection.

167. — De Robert (1862).

Dans l'une des brochures précitées (*Conserv. des bois par la carbonisation de leurs faces*), M. de Lapparent signale la préparation faite par M. de Robert, ingénieur de la marine, pour recouvrir d'enduits hydrofuges les faces carbonisées des bois, en opérant de la manière suivante : sur toutes les parties au-dessous de la flottaison, il applique un enduit de *brai gras*, auquel il substitue, dans les parties au-dessus de la flottaison, une peinture épaisse composée de :

Blanc de Rouen.	$0^k,750$	$1^k,000$
Litharge brute	$0^k,065$	
Huile de lin ordinaire	$0^k,185$	

« Je conseillerais vivement l'addition, à cette peinture, de 10 pour 100 de fleur de soufre. » (De Lapparent, p. 19.) Ne faudrait-il pas insister, au contraire, pour que la recette première fût conservée intacte, sans addition de soufre, parce que celui-ci transformerait la litharge en sulfure de plomb et s'opposerait à la formation de l'oléate métallique? Cet oléate paraît former ici le principal mérite de la composition.

168. — Rottier (1868).

Composition et emploi des huiles lourdes de goudron.

M. Rottier, préparateur de chimie à l'Université de Gand, a institué des expériences, en 1862, en vue de rechercher quelles étaient les substances vraiment utiles et conservatrices dans ce produit si complexe qui provient de la distillation du goudron de houille, produit

désigné par les noms d'*huiles lourdes*, de *créosote*, etc. Cette étude, soumise au jugement de l'Académie royale de Belgique[1], offre un intérêt d'autant plus grand que la pénétration des bois au moyen de cette substance antiseptique s'est généralisée, depuis Bethell, en Angleterre d'abord, puis en Belgique, et a commencé, en ces dernières années, à s'introduire en France.

Comment obtenir l'huile lourde de goudron? Comment déterminer sa richesse antiseptique? Quelle est la substance ou quelles sont les substances qui, dans l'huile lourde de goudron, opèrent la conservation des matières organiques?

Lorsqu'on soumet à la distillation le goudron de houille, on obtient, entre 35°, et 180° C. environ, l'*huile légère de goudron*. En élevant davantage la température du résidu qui ne s'est pas encore volatilisé (entre 180° et 260°, et même au delà), il se dégage et on condense des produits moins volatils qui constituent la *créosote* ou plutôt l'*huile lourde de goudron*. Enfin, le résidu plus fixe qui reste dans la chaudière est le *brai sec*, matière cassante comme la résine, mais plus brune qu'elle.

Les substances très-nombreuses, qui composent le goudron, ont été découvertes et analysées surtout par MM. Hofmann, Runge, Anderson, Gerhardt. La longue liste de ces substances a été soigneusement relevée par M. Payen et par M. Malaguti. C'est avec les tableaux publiés par ces deux éminents chimistes qu'a été composé le tableau suivant. Les personnes qui voudraient avoir des détails plus étendus sur ces matières pourraient consulter : M. Payen, *Chimie industrielle*, t. II; — M. Malaguti, *Leçons élémentaires de chimie*, t. III; — *Bulletin de la Société d'encouragement*, t. IX, *Mémoire* de M. Desbief sur le goudron de houille et ses dérivés, 1862; — *Bulletin de la Société chimique de Paris*, t. VII (1867), *Mémoire* de M. Berthelot relatif à l'action de la chaleur sur les homologues de la benzine; enfin, le mémoire que j'analyse ici, publié en 1862 par M. Rottier.

Les produits goudronneux, naguère dédaignés, ont livré aux investigations scientifiques les plus merveilleux secrets; les nouvelles substances tinctoriales puisent leur humble origine dans ces résidus.

[1] *Bull. de l'Acad. roy. de Belg.*, 2e série, t. XV.

Le tableau suivant ne présente que la liste abrégée des corps renfermés dans le goudron.

Produits contenus dans le goudron de houille.

(Les principales bases azotées qui existent dans le goudron ont été réunies à la fin de ce tableau.)

SUBSTANCES.	COMPOSITION.	TEMPÉRATURE D'ÉBULLITION d'après les tableaux de :	
		M. PAYEN.	M. MALAGUTI.
Amylène.....	$C^{10} H^{10}$	39°	35°...39°
Benzine....	$C^{12} H^{6}$	86°	81°...86°
Toluène.....	$C^{14} H^{8}$	...	108°...110°
Cumène.....	$C^{18} H^{12}$	151°	140°...151°
Eupione[1]	C H	169°	169°
Cymène.....	$C^{20} H^{14}$	...	171°...175°
Acide phénique.....	$C^{12} H^{5} O, H O$	188°	184°...188°
Créosote (ampéline)[2]..	$C^{28} H^{16} O^{4}$	200°	200°
Naphtaline.....	$C^{20} H^{8}$	...	212°...220°
Para-naphtaline	$C^{30} H^{12}$ (?)	...	300°
Paraffine ?.....	$C^{48} H^{50}$	370°	.....
Pétinine.... (bases.)	$C^{8} H^{11}, Az$	80°	80°
Picoline.... (bases.)	$C^{12} H^{7}, Az$	133°	132°...135°
Aniline .... (bases.)	$C^{12} H^{7}, Az$	182°	182°
Quinoléine.. (bases.)	$C^{18} H^{7}, Az$	239°	216°...243°
Pyrrhol.... (bases.)	?	?	?

Indépendamment de ces produits principaux, il y a dans le goudron une assez grande quantité d'autres substances ; le mémoire de M. Rottier rappelle les noms de celles qui composent le *brai* resté

[1] « On a donné le nom d'eupione à des huiles volatiles que l'on obtient, en quantité plus ou moins grande, dans la préparation de la paraffine ; ce sont des mélanges de divers hydrogènes carbonés, analogues à ceux qui constituent le pétrole. » (Regnault.)

[2] On sait que ce mot veut dire *conservation des chairs*. La créosote « découverte, en 1833, par *v. Reichenbach* dans le goudron de bois de hêtre, est un corps non encore connu d'une manière suffisamment exacte, mais qui a des rapports intimes avec l'acide phénique et qui a même été considéré souvent comme de l'acide phénique impur. » (Bolley et Kopp, *Tr. des mat. color. artificielles*, p. 36.)

dans la chaudière, soit que ces matières préexistent, soit qu'elles se forment et se dégagent entre 260° et 320° :

Lépidine.	entrant en ébullition à.		260°
Cryptidine.	*id.*	. . . . .	298°
Paranaphtaline. .	*id.*	au-delà de	300°
Pyrène			
Huile verte			
Chrysène			
Brai très-résistant, qui reste dans la cornue.			320°

M. Rottier rappelle les expériences entreprises par un savant chimiste anglais, M. Calvert, pour déterminer la composition, très-variable, des goudrons de houille. Ces différences de composition sont dues à la nature diverse des houilles et aussi, pour une même houille, à la rapidité avec laquelle a été conduite la distillation.

Goudron provenant des houilles de :	Produits volatils.	Acide phénique.	Carbures neutres.	Naphtaline.	Brai.
Wigan cannel coal . .	9	14	40	15	22
Newcastle coal	2	5	12	58	23
Staffordshire coal. . .	5	9	35	22	29

Suivant les analyses faites par M. Swartz de quelques échantillons d'huiles de goudron,

L'huile anglaise contenait . .	3 à 4 p. 100 d'acide phénique.	
— de Paris.	7	—
— d'Élouges.	10	—
— de Jemmapes	12	—

Ces remarques préliminaires produites, il convient de préciser les caractères de l'huile lourde de goudron : c'est un liquide clair, faiblement coloré en jaune, et d'autant plus jaune qu'on l'obtient à des températures plus élevées. Cette huile contient des principes résinifiables, c'est-à-dire susceptibles d'absorber l'oxygène de l'air qui la fait brunir, à ce point que cette huile, à peine colorée au moment où elle distille, devient très-brune et, vue sous une épaisse couche, paraît noire même, au bout de quelques jours.

L'huile qui passe entre 180° et 260° a une couleur brun-rougeâtre; entre 260° et 320°, elle est verdâtre.

Sa densité varie entre 1,00 et 1,07 (échantillons examinés par

M. Rottier); elle est soluble en toutes proportions dans l'éther, l'alcool, l'esprit de bois, etc ; elle dissout les résines.

Abandonnée à l'air, les principes volatils se dégagent, elle devient par conséquent moins fluide. L'auteur belge a suivi avec la balance ces déperditions graduelles. Je passe rapidement sur ces intéressantes recherches préliminaires, désirant arriver à établir ce point qui domine tout dans cette étude : *l'efficacité antiseptique des huiles lourdes de goudron étant bien démontrée, quelle est, parmi ces diverses substances, celle qui est la plus efficace ou la seule efficace?*

« Dans l'impossibilité où j'étais de me procurer tous les corps qui se trouvent dans l'huile lourde de goudron de houille, je n'ai entrepris d'expériences que sur quelques-uns de ceux qu'elle renferme. »

C'est ainsi que M. Rottier a expérimenté : des tissus de coton ou des copeaux de bois ont été imbibés des hydrocarbures légers, d'acide phénique, d'aniline, de naphtaline, du mélange solide qui se produit à haute température, et d'huile verte qui accompagne le pyrène et la paranaphtaline.

Ces échantillons, ainsi diversement imprégnés, ont été mis dans des caisses de bois remplies de terre entretenue constamment humide. La température n'est jamais descendue jusqu'à 0°. L'auteur a représenté par des courbes l'altération graduelle qui s'est emparée des différents échantillons.

Ces expériences, dont je ne produirai pas le détail ici, tendent à démontrer que les huiles légères, très-volatiles, ne retardent pas sensiblement la décomposition des matières organiques qui en sont imprégnées; même remarque pour l'aniline, pour la naphtaline ; et, remarque surprenante, l'acide phénique lui-même ne s'opposerait pas notablement à la décomposition des matières ligneuses. L'auteur explique cette inactivité par la volatilité même de ces corps : il a observé que, peu de temps après l'imprégnation, il ne restait rien du corps introduit. « L'acide phénique est, à juste titre, considéré comme un agent antiseptique très-énergique ; il conserve les substances animales. C'est probablement à cause de cette propriété remarquable qu'on a attribué à ce corps l'efficacité des huiles lourdes de goudron et qu'on a même classé ces huiles d'après leur teneur en

acide phénique.... L'acide phénique dont on imprègne le bois s'en dégage peu à peu ; de sorte que le bois, débarrassé de ce principe, s'altère comme s'il n'avait pas reçu cette préparation. »

M. Rottier attribue, enfin, d'après les expériences qu'il a faites, le principe conservateur inhérent au goudron « à cette huile verte qui accompagne le pyrène et la paranaphtaline et qui se produit à une température élevée ». Dans une série d'expériences, il constate que les huiles lourdes de goudron commerciales ont une densité qui varie de 1,00 à 1,11, « et qu'il semble que l'huile est d'autant meilleure que sa densité est plus grande. Mais tant de causes peuvent influer sur la densité des huiles lourdes, que ce caractère ne peut servir, pris isolément, à déterminer la valeur de l'huile. »

Telles sont, en résumé, les conclusions produites; elles méritent d'être complétées par de nouvelles recherches; car 1° l'*huile verte* de l'auteur n'est pas un produit nettement défini ; 2° et on ne saurait déterminer sa proportion d'après la densité des huiles lourdes commerciales.

Cette lacune a été comprise et notée par M. le professeur Melsens, chargé de faire à l'Académie belge un rapport sur les précédentes expériences de M. Rottier ; c'est avec une autorité parfaite qu'il a pu ajouter : « La préservation des bois par les matières dont on les imprègne peut être attribuée à des agents qui réagissent chimiquement sur les substances si complexes de bois ; mais, dans beaucoup de cas, ceux-ci sont préservés de la décomposition par des matières sans action chimique, lorsque, par exemple, elles ont pour effet de soustraire la fibre ligneuse à l'action de l'air, de l'eau, etc... Nous l'engageons (M. Rottier) à prendre les corps inertes contenus dans les goudrons de gaz et à s'en servir comme véhicule pour dissoudre des corps sans action chimique, mais pouvant préserver, par suite d'une action mécanique ou physique, tels que résines, corps gras, brais, etc...; car il me paraît prématuré de conclure que l'huile particulière, signalée par l'auteur, soit l'agent principal ou unique de la conservation des bois au moyen des huiles lourdes de goudron. » (*Rapp.* de M. Melsens à l'*Acad. roy. de Belgique.*)

A ces considérations, j'ajoute les remarques suivantes : ces expériences tendraient presque à retirer, en fait, à l'aniline, à la naph-

taline et même à l'acide phénique, leur efficacité antiseptique, puisque, ces corps étant volatils, leur action ne s'exercerait que pendant fort peu de temps : cette efficacité conservatrice serait due surtout à l'huile verte. Mais M. Rottier ayant constaté lui-même : 1° que, dans les huiles lourdes, certains principes se résinifient au contact de l'air, et 2° que la distillation du goudron accomplie à une température très-élevée, dans les dernières périodes distillatoires, fournit une huile plus dense, plus fixe et plus conservatrice : comment n'a-t-il pas été induit à rechercher, — non pas l'efficacité de l'huile verte, — mais les conditions de la double action suivante, savoir : dans l'huile lourde, il y a des principes évidemment antiseptiques qui agissent *chimiquement*, tels que l'aniline, la naphtaline, l'acide phénique? Ces corps étant volatils, leur action serait certainement éphémère, s'ils n'étaient retenus et fixés par les principes résinifiables des huiles lourdes qui dès lors remplissent *physiquement* le rôle de fixateurs et *d'anti-évaporateurs,* si je puis m'exprimer ainsi. En outre, ces substances résineuses oblitèrent les pores du bois, par là soustrait à l'action destructive de l'humidité et de l'air. En teinture, on distingue le *mordant* d'avec la *couleur* elle-même qu'il fixe ; leur action distincte se complète l'une par l'autre. C'est sur ce terrain, ce semble, que la question devait être portée, comme l'a indiqué M. Melsens ; c'est la direction qu'il convenait de donner aux recherches, si laborieuses et si soignées, entreprises par M. Rottier.

M. l'ingr A. Forestier pense aussi que l'huile créosotée, par cela même qu'elle renferme des corps solides à la température ordinaire, se trouve *empâtée* par ceux-ci, qui maintiennent l'acide phénique et autres produits volatils dans les vaisseaux du bois.

Ces conclusions, qui n'aboutissent pas à extraire du sujet ici étudié une exactitude rigoureuse, absolue, sur l'efficacité relative des divers agents goudronneux, ne me font pas regretter néanmoins les pages consacrées à cette longue dissertation, parce qu'elles renferment des enseignements fort utiles à l'industrie de la conservation des bois.

On fait pénétrer les huiles lourdes de goudron dans les traverses de chemins de fer au moyen de l'appareil Bethell. Ces huiles doivent être d'abord chauffées à 50° ou 60° pour les rendre plus fluides ; un serpentin, traversé par la vapeur d'eau, suffit à maintenir cette tem-

pérature dans le réservoir d'huiles lourdes. Le cœur des billes de sapin absorbe peu de créosote; l'aubier, au contraire, s'en gorge facilement. Dans la pratique, on fait pénétrer 15 litres de ces huiles dans une traverse de sapin, et 20 litres dans une traverse de hêtre.

Le prix des huiles lourdes est variable : 5,—6,—7f l'hectolitre.

Suivant quelques ingénieurs, la voie établie sur de telles traverses est plus régulière que la voie assise sur des traverses pénétrées de sels métalliques, parce que les bois créosotés restent corrects et ne se tourmentent pas sous l'influence de l'humidité.

Mais, d'autre part, ce bois est très-inflammable, plus difficile à manier. Le sapin ainsi injecté ne saurait être placé dans les courbes de la voie, parce que la pression excentrique exercée par les roues des wagons fait bientôt jouer les attaches, les crampons, dans la fibre trop molle du bois. (Voir *Doc.* 148,—169.)

169. — L'ingénieur **A. Forestier** (1862).

M. A. Forestier, ingénieur en chef des ponts et chaussées, a publié en 1868, dans les *Annales des ponts et chaussées*, un « Mémoire sur la conservation des bois à la mer, au point de vue surtout de leur préservation contre les attaques du taret. » Ce travail très-approfondi, basé sur des expériences nombreuses, commencées en 1862, est digne de fixer l'attention, non-seulement des constructeurs d'ouvrages maritimes auxquels il est spécialement destiné, mais encore des ingénieurs de chemins de fer, des architectes, des cultivateurs.

Le taret exerce ses ravages sur les bois à la mer : déjà dans un chapitre spécial de ce Traité (chap. v, partie 2e) ont été révélées ses habitudes, ses perforations dans les bois les plus durs. Ce mollusque très-résistant n'offre pas la viscosité lymphatique habituelle aux xylophages, viscosité que les agents chimiques peuvent plus facilement atteindre et vaincre, lorsqu'ils la rencontrent, attaquant ainsi la vitalité à sa source. Il convient donc de présenter à ce térébrant le bois imprégné d'une substance qui soit insoluble dans l'eau de mer et qui, combinée à la matière azotée du bois, rende cette matière azotée non assimilable. M. Forestier a pensé que ces conditions se trouvaient réunies dans l'huile lourde de goudron, appelée créosote : « Nos études et nos expériences nous ont donné l'intime conviction

que, de tous les nombreux procédés préconisés, le seul vraiment efficace est celui de John Bethell, consistant à imprégner convenablement le bois de créosote. » — Avant de commencer lui-même des expériences à ce sujet, ce savant ingénieur s'est livré à une minutieuse enquête; il a recherché et visité avec soin les travaux déjà faits dans cette direction en Angleterre, en Belgique, en Hollande.

En Angleterre. Les portes des docks de Sunderland furent construites en pin jaune créosoté, vers 1839, et, vingt ans après, elles étaient trouvées parfaitement saines, tandis que des pièces de bois kyanisées du même ouvrage étaient fortement endommagées par le taret.

Port de Teignmouth. Les bois créosotés, employés par M. l'ingénieur Brunel, en 1842, furent retrouvés intacts en 1849, alors que les bois voisins non injectés étaient attaqués par le taret.

« *Port de Lowestoft.* C'est en 1846, au port de Lowestoft, qu'on a employé en grand, pour la première fois, des bois créosotés dans les travaux à la mer, pour la construction de deux jetées dans lesquelles il n'est pas entré moins de 1,600 pilotis. »

Les heureux résultats, longtemps niés et contestés, furent établis avec certitude, lors des visites faites de ces pilotis par les ingénieurs du port. Tout au plus trouva-t-on, parmi ces 1,600 pilotis, quelques-uns d'entre eux légèrement atteints; résultat remarquable dans un port qui est, de tous ceux d'Angleterre, le plus infesté de tarets.

Port de Leith. — Tous les bois de la grande jetée de ce port, commencée en 1848 et terminée en 1854, ont été créosotés au nombre de 1,400, et le 26 mars 1862, M. Moir, ingénieur de ce port, rendait le compte suivant d'une visite détaillée faite par M. Robertson :

« 1° La hauteur de la marée n'a pas permis de vérifier certaines parties basses de la jetée ;

« 2° Les pilotis principaux, au nombre de 1,013, qui avaient été créosotés à raison de 160 kilogr. par mètre cube, étaient intacts, on n'y avait pas découvert la moindre trace de taret ;

« 3° Les poutres, au nombre de 42, supportant le plancher d'un pont formant cale basse de débarquement, avaient été aussi trouvés parfaitement sains, à l'exception d'une seule pièce qui était entièrement dévorée, et que l'on a supposé avoir été mal créosotée;

« 4° Les lisses et les pièces transversales, qui n'avaient été créosotées qu'à 112 kilog. par m. cube, étaient de même en parfait état, à l'exception de quelques pièces attaquées, sur une assez faible profondeur, à leurs extrémités qui avaient été sciées après le créosotage.

« 5° Les madriers du plancher, qui n'avaient été créosotés qu'à raison de 96 kilog. par m. cube, avaient été assez fortement attaqués par le taret, à l'exception toutefois des parties reposant sur les poutres, où ils avaient le même aspect que le jour où ils avaient été mis en place. M. Moir terminait en faisant remarquer que si ces madriers n'avaient pas été complétement protégés, comme ils l'auraient été à n'en pas douter, s'ils avaient été créosotés à 160 kilog. par m. cube, il n'en était pas moins vrai qu'ils avaient pu résister douze ans, tandis qu'il aurait fallu les remplacer déjà plusieurs fois, s'ils avaient été employés à l'état naturel. »

Port de Southampton. Le 22 février 1848, M. Doswel fixa des bois créosotés au pilotis de la jetée royale de Southampton, et quatre ans après, le 1er janvier 1852, il constatait que, malgré l'abondance du taret et de la limnoria, aucun de ces bois d'expériences n'avait été attaqué par les térébrants.

Mêmes résultats obtenus à Brigthon, Manchester, etc.; le tableau suivant, extrait de la brochure de M. Forestier, les résume.

INDICATION DES OUVRAGES ET DES PORTS où l'on a employé ou immergé des bois créosotés.	Nombre de pieux créosotés employés.	DATES de la mise en place des bois.	DATES des dernières visites des bois.	DURÉE de l'immersion au moment de la dernière visite.
Portes des docks de Mark-Wearmouth (Sünderland).		1839	1859	20 ans.
Port de Teignmouth		1842	1849	7 ans.
Jetées du port de Lowestoft	1,600	1846	1859	13 ans.
Grande jetée du port de Leith	1,400	1848-1854	1862	14 et 8 ans.
Port de Southampton		1848	1852	4 ans.
Jetée du port de Brighton		1848	1851	3 ans.
Radeau à Mill-Bay		1848	1849	14 mois.
Jetées de l'avant-port de Manchester	100	1850	1861	11 ans.
Port de Plymouth et environs		?	1853	?
Brise-lames du port de Portland		1853	1861	8 ans.
Jetée du port d'Holyhead		1854	1861	7 ans.

En Belgique.— M. Crepin, ingénieur en chef, directeur des ponts et chaussées à Liége, a fait à Ostende, de 1857 à 1867, des expériences dans le but de reconnaître l'efficacité relative du sulfate de cuivre et de la créosote imprégnant les bois; les expériences étaient accomplies, en prenant pour témoins des bois de même essence non injectés. Le but de M. Crepin était de constater la résistance :

« 1° A l'action du taret, par l'immersion des bois au-dessous des mi-marées, niveau que ce térébrant ne dépasse jamais sensiblement;

« 2° A l'action de l'eau de mer, au-dessus de ce niveau;

« 3° A l'action de l'air seulement. »

Je risquerais de grossir démesurément ce volume, si je voulais reproduire tous les développements qu'entraînent de telles expériences; il me suffira de dire que ces tentatives ont démontré que le sulfate de cuivre est impuissant à préserver le bois de l'attaque du taret, et que l'imprégnation des bois par les huiles créosotées n'était pas toujours suffisante, surtout dans le cœur du bois; les conduits sont là moins béants et plus rebelles à l'injection. C'est aussi ce point que les tarets choisissent pour attaquer le bois à la mer, pénétrant jusqu'au centre par de minces galeries. Mais si l'imprégnation est rendue complète par une dose suffisante de créosote, le moyen est alors tout à fait efficace. C'est ainsi que M. l'ingénieur Crepin ayant immergé, dans quelques-unes de ses expériences, des bois déjà chargés de 440 kil. de créosote par mètre cube, conclut que le plus sûr moyen de garantir les bois de toute atteinte était de les imprégner à saturation d'huiles créosotées.

L'insuffisance constatée du sulfate de cuivre peut être due à deux causes; ou bien ce sel à faible dose n'agit pas comme toxique, ou bien l'eau de mer l'a dissous ou emporté.

Il eût été intéressant de connaître, non-seulement la dose originelle de ce sel dans le bois, mais surtout quelle était la proportion restée, alors que la présence du taret a été reconnue. (Voir *Doc.* n° 147.)

En Hollande. J'ai résumé déjà, d'après le Mémoire même de M. A. Forestier, les expériences entreprises en Hollande, en 1859, en vue d'opérer la conservation des bois à la mer. Les divers agents essayés par la Commission académique ont été reconnus insuffisants;

il n'y a d'exception que pour les bois qui ont été soigneusement injectés d'huile de créosote : telles sont les conclusions de la Commission. (*Doc.* 160.)

En France. Inutile de rappeler ici toutes les tentatives faites pour pénétrer les bois, soit de goudrons, soit de leurs dérivés, parmi lesquels il faut comprendre surtout ce liquide complexe connu sous le nom d'huile de goudron ou créosote.

Le but que se proposait M. l'ingénieur Forestier était de s'assurer de l'efficacité de ces huiles pénétrant les bois à la mer. Je viens de signaler, d'après ce savant ingénieur, les travaux accomplis à l'étranger sur ce sujet. Il me reste à résumer ses propres tentatives, et à produire ses conclusions.

Entreprises en 1862 dans la Vendée (au port des Sables-d'Olonne etc.), les expériences de M. A. Forestier ont été poursuivies jusqu'en 1868, dans cette région Ouest de nos côtes où le taret abonde et produit de grands ravages.

Les bois soumis aux premiers essais avaient été imbibés de créosote en Belgique, ou bien de sulfate de cuivre en France; ces derniers échantillons avaient été injectés par M. Lecoy, de Bordeaux, concessionnaire du brevet Boucherie. Les billes créosotées en Belgique formaient deux catégories, composées ainsi : l'une, de billes incomplétement injectées, l'autre, de billes injectées jusqu'à saturation. Il y avait aussi des billes injectées de créosote en France.

Ces billes de bois, et d'autres encore soumises à diverses préparations, furent plongées dans la mer en mars 1862, et visitées pour la cinquième fois en mars 1867. Pour provoquer l'attaque des tarets, les pièces de bois avaient été placées horizontalement contre des pieux dans lesquels on avait au préalable constaté la présence des tarets en grande quantité.

L'inefficacité du sulfate de cuivre fut rendue évidente : les tarets avaient envahi et presque entièremment corrodé les bois qui avaient été imbibés de ce sel. Les billes belges (sapin rouge du Nord) qui avaient été insuffisamment créosotées, furent en partie attaquées dans le cœur par les tarets, tandis que l'aubier, saturé de créosote, resta à l'abri de leurs atteintes et ne fit que leur livrer passage. Les bois fortement

créosotés demeurent intacts, ou si quelques rares tarets se sont montrés, ils n'ont pas tardé à mourir.

Ces premiers essais furent suivis d'autres expériences, accomplies avec les bois injectés sous la surveillance de M. Forestier lui-même, aux Sables-d'Olonne où un atelier d'injection avait été établi par ses soins et par ordre du gouvernement.

Appareil. L'appareil d'injection permettait d'appliquer successivement le vide et la pression, suivant les principes de Bréant et de Bethell. M. Forestier fait la description et donne le dessin de l'appareil qu'il a fait installer aux Sables-d'Olonne.

Quantité de créosote introduite. « Pour des bois qui doivent être enfouis en terre ou exposés à l'air, on se borne généralement à injecter en moyenne de 150 à 160 kilog. de créosote par mètre cube de bois; mais plusieurs auteurs croient cette quantité insuffisante pour donner de très-bons résultats, et proposent de l'élever jusqu'à 300 kil.

« Pour les bois qu'on veut préserver du taret, il ne faut pas hésiter à adopter au moins cette moyenne de 300 kilog., jusqu'à ce que l'expérience ait prononcé d'une manière définitive (*Ann. des Ponts et ch.*, t. XV, p. 382).

Prix du créosotage. En 1866, la créosote valait à Paris 65 francs la tonne. Le transport jusqu'au port des Sables-d'Olonne élevait le prix de cette substance à 115 fr., mais on espérait le voir réduire à 90 fr.

En supposant une injection moyenne de 160 kilog. de créosote par mètre cube de bois (chiffre adopté en Angleterre et en Belgique pour les traverses de chemins de fer), *on aurait pour dix mètres cubes de bois*, d'après M. Forestier :

FOURNITURES.

Créosote, 1,600 kil. à 90 fr. la tonne.	144	»	182 »
Charbon, 1,000 kil. à 38 fr. la tonne.	38	»	

CONDUITE DE L'APPAREIL.

Mécanicien. . . . . 1 à 5 fr.	5	»	12 25
Chauffeur . . . . . 1 à 3 fr.	3	»	
Aide-chauffeur. . . 1 à 1 fr. 75.	1	75	
Manœuvre . . . . . 1 à 2 fr. 50.	2	50	
A reporter.			194 25

Report.		194 25

CHARGEMENT ET DÉCHARGEMENT DES BOIS.

Manœuvres, 4 à 2 fr. 50.	10 »	11 75
Menues dépenses, intérêts du capital, entretien, etc. .	1 75	
		206 »

Soit par mètre cube 20 fr. 60 c.

Avec les éléments de comptabilité qui viennent d'être produits, il serait facile d'établir le compte, si la proportion de créosote était élevée à 300 kilogrammes par mètre cube de bois.

Voici les conclusions de M. Forestier :

« Les expériences faites au port des Sables-d'Olonne confirment pleinement celles faites en Angletere, en Belgique et en Hollande, et, sans aller aussi loin que plusieurs ingénieurs anglais disposés à admettre une durée indéfinie pour les bois créosotés, nous nous croyons tout au moins fondé à conclure :

« 1° Que le créosotage paraît être d'une efficacité incontestable pour préserver les bois des attaques du taret, à la seule condition d'être assez complet pour que toutes les parties qui peuvent être exposées à l'action de ce térébrant soient bien imprégnées de créosote ; ce qui nous paraît exiger l'absorption de 300 kil. au moins de cette substance par mètre cube de bois ;

« 2° Que le créosotage semble augmenter l'adhérence des fibres des bois blancs, en augmentant leur flexibilité et leur résistance à l'écrasement;

« 3° Que l'on peut dès lors, dans la plupart des travaux à la mer, renoncer à l'emploi du bois de chêne qui devient de plus en plus rare, en lui substituant des bois blancs créosotés qui, sans coûter plus cher, auraient l'immense avantage de durer beaucoup plus longtemps que les bois les plus durs. »

170. — Fumet-Dejort (1863).

« Séance de la Société d'encouragement du 30 décembre 1863. M. Fumet-Dejort fait connaître au Conseil qu'il a découvert un procédé simple et économique de conservation des bois, consistant dans leur immersion prolongée dans une solution de chlorure de sodium mar-

quant 20° à 25° au pèse-sels... » A propos de l'action exercée par le sel marin, revoir divers *Documents* déjà cités.

171. — L'ingénieur **Hugon** (1864).

En 1867, M. Payen fit un rapport détaillé sur « les appareils pour la conservation des bois et la désagrégation des roches, par M. Hugon. » Il fait la description de cet appareil et produit un dessin qui n'est peut-être pas absolument indispensable à l'intelligence de ce texte très-net et très-clair. Le simple chalumeau de M. de Lapparent est ici remplacé par un appareil plus puissant. Dans l'appareil breveté de M. Hugon, « le fourneau en fonte a des dimensions variables.. . L'allumage du combustible s'effectue en quelques instants, en enflammant d'abord les menus morceaux de bois sec sur lesquels on place la houille ou le coke; on fait arriver l'air doucement au moyen de la soufflerie et du registre à papillon G, situé entre la conduite d'air et le fourneau ; on continue à charger graduellement le fourneau au fur et à mesure que le bois se consume. Lorsque le feu est bien développé dans toute la masse, ce qui a lieu au bout de 15 à 20 minutes, on avance le fourneau près du front que l'on veut attaquer, et l'on fait arriver rapidement l'air comprimé, celui-ci emportant de légères gouttes d'eau injectées et qui se décomposent comme dans l'appareil à torréfier les pièces de bois. La flamme sort alors comme d'un immense chalumeau en embrassant le front de la galerie....., etc. » (M. Payen, Rapp. du 19 juillet 1867, *Bull. de la Soc. d'enc.*, t. XV, p. 193.)

L'appareil de M. l'ingénieur Hugon, directeur du gaz portatif, est également décrit dans la brochure de M. de Lapparent (*Conservation des bois*, p. 26). L'application de ce mode de carbonisation à été faite sur le réseau du chemin de fer d'Orléans pour préserver les traverses de la pourriture. « Dans son chantier de Vierzon, la compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans fait carboniser par jour 288 traverses avec 4 appareils. Le prix de revient s'est abaissé pendant la première quinzaine de mai à 15c,1 par traverse, chacune des traverses ayant necessité $\frac{144 \text{ heures}}{288\, n \text{ de traverses}} = 0{,}5$, c'est-à-dire une

demi-heure du travail d'un ouvrier, et $\frac{489 \text{ kil. de houille}}{288\ n \text{ de traverses}} = 1^{k},69$ d'une houille coûtant 15f25 les 1,000 kil.» (Payen, *Préc. de chim. ind.*, 5e éd., t. II. Dessin de l'appareil, p. 100.)

172. — *Procédé cochinchinois* (1865).

Je fixe cette date de 1865, parce que la note suivante n'a été produite qu'à cette époque; mais le procédé de conservation des bois à la mer paraît depuis fort longtemps pratiqué en Cochinchine. A vrai dire, il n'apparaît pas que les Cochinchinois soient beaucoup plus avancés que nous-mêmes sur ce point : ils confectionnent leurs navires avec un bois résineux, ou bien ils extrayent de ce bois la résine, la térébenthine, et la transfusent dans d'autres essences de bois qui participent ainsi à l'incorruptibilité des premiers.

Mais voici le fait: M. Dumas a lu dans le Moniteur « qu'un jeune officier de marine, alors en Cochinchine, raconte avoir vu des embarcations dans un état de conservation admirable, bien que naviguant dans des eaux infestées de tarets et autres insectes destructeurs, Des renseignements pris à des sources certaines ayant appris que ces embarcations étaient des propriétés de familles transmises, pour ainsi dire, intactes, de génération en génération, il résolut de se livrer à des recherches sérieuses sur cet état si parfait de conservation. Il ne tarda pas à reconnaître que ces embarcations, déjà si anciennes, étaient construites avec une espèce de bois du pays produisant des matières résineuses liquides et solides, lesquelles avaient la propriété de rendre également inattaquables les autres espèces de bois sur lesquelles on les employait à l'état d'enduit. »

M. Dumas songea aussitôt à faire venir des échantillons de ce bois et de ces résines qui lui furent envoyés, puis remis par lui à la Société d'encouragement, afin que ces substances fussent soumises à un examen attentif; toutefois, « M. Dumas fait remarquer que ces échantillons de bois sont malheureusement dépourvus de leur écorce, et il montre, par les nombreuses piqûres dont il sont recouverts, que, s'ils ont la propriété de résister aux attaques des insectes de mer, ils ne semblent pas jouir de la même propriété à l'égard des insectes de terre. »

Je ne sais quelle suite a été donnée à ces projets de recherches; on ne peut donc faire encore que des conjectures sur la nature des résines qui pénètrent ces bois ; mais il ne paraît pas téméraire de dire que nos vulgaires résines de pin conserveraient les bateaux comme en Cochinchine ; il suffirait que le possesseur du bateau renouvelât fréquemment aussi les nettoyages et les imbibitions résineuses; de la sorte les larves des xylophages, qui apparaissent dans certaines saisons, se trouveraient éloignées du bois. Il est fort probable que dans ces régions le bateau, ainsi transmis de génération en génération, est l'objet de soins analogues à ceux que prennent les Chinois pour conserver et orner leur cercueil.

173. — Hatzfeld (1874)

Il n'est bruit, depuis quelque temps, dans diverses publications scientifiques, que d'une Note envoyée par M. Hatzfeld à l'Académie des sciences (*séance du 9 février* 1874); j'en extrais les passages suivants :

« Le sulfate de cuivre ne donne que des résultats imparfaits et très-variables..... Quant à la créosote, c'est une substance relativement rare, d'un prix élevé, de nature inflammable... ; de plus, et c'est peut-être la considération la plus grave, c'est un produit qui, comme ceux qu'on extrait de la houille, peut, d'un jour à l'autre, par suite d'une découverte analogue à celle de l'aniline, acquérir une haute valeur industrielle...

M. Hatzfeld propose le *tannate de protoxyde de fer*.

..... « Il ne suffit pas de préserver les bois tendres de la pourriture, il faut encore les durcir, et, bien qu'au moyen de l'action de l'acide tannique on y arrive jusqu'à un certain point, par la transformation des matières molles contenues dans les canaux séveux, il est important de donner aux bois d'essence tendre un plus grand degré de dureté, pour pouvoir les employer aux usages industriels. J'arrive à ce résultat en faisant intervenir la remarquable propriété du tannate de fer qui, *parfaitement soluble* et même incolore à l'état de protoxyde, se transforme sous l'influence de l'air en un sel insoluble d'une couleur noire intense. Dissous dans l'acide tannique, à l'état de sel soluble, dans des proportions qui varient

suivant le degré de dureté à donner au bois, il se transforme rapidement, sous l'influence de l'air, se dépose dans les cellules du bois à l'état solide, et lui fait subir une sorte de pétrification, qui augmente encore l'inaltérabilité résultant de l'action de l'acide tannique.

« Ainsi se trouve résolue, d'une manière simple et pratique, la question de l'introduction d'un sel insoluble dans le bois. On peut opérer en injectant successivement l'acide tannique, puis un sel de fer soluble, ou au moyen d'une opération unique en injectant, à l'abri de l'air, le tannate de protoxyde de fer préparé à l'avance....

« *Matières premières et prix de revient de l'injection....*

« Dans l'état actuel de l'industrie, on peut se procurer le tannin à 1 fr. le kilogr. au plus.... En admettant même le prix actuel, 600 grammes suffisant pour l'injection d'une traverse, le prix de revient de l'acide tannique ne dépasserait pas 0f 60 par traverse.

« Quant aux sels de fer, ils sont d'un prix tellement minime que c'est à peine s'il y a lieu d'en tenir compte. Les sels de protoxyde de fer, solubles dans l'acide tannique..., sont faciles à se procurer... Le pyrolignite de fer, qui semble le mieux convenir, vaut 20 francs les 100 kil., et au titre de 20° Baumé, contient environ 7 pour 100 de fer. L'acide tannique en neutralisant 12 pour 100 de son poids, si l'on adopte pour produit normal à injecter $\frac{4}{5}$ d'acide tannique et $\frac{1}{5}$ de tannate de protoxyde de fer qui reviendra à 0f 05 ou 0f 06, on arrive, en tout, à une dépense de 0f 65 par traverse.

« Des essais en grand sont en ce moment en cours d'exécution pour la Compagnie des chemins de l'Est et l'Administration nationale des télégraphes, avec l'autorisation et le concours de M. le Ministre de l'intérieur. »

L'acide tannique est un des plus anciens agents antiseptiques (voir *Partie historique* et aussi *Document* n° 95); sa combinaison avec le fer, pour teindre superficiellement les bois, remonte à une époque éloignée (voir *Doc.* 10); il est vrai qu'en colorant le bois ainsi on mettait en œuvre, sans s'en douter assurément, un moyen de conservation.

La note ci-dessus annonce que le tannate de fer « se dépose dans les cellules du bois à l'état solide et lui fait subir une sorte de pétrification ». Il semblerait résulter de cette indication que les *méats* du

bois et ses canaux vont être oblitérés par la nouvelle substance. Une simple remarque : le bois de hêtre, qui est le plus ordinairement soumis à l'injection, a une densité apparente de 0,750; la densité réelle des bois est de 1,500. Il y a donc un vide égal à la moitié. Puisqu'une traverse de chemin de fer cube 0,10, elle offre un vide représenté par 50 litres. Or, 600 grammes d'acide tannique uni au fer n'occupent guère que 1 litre, lorsque l'eau de dissolution a disparu. C'est dire que le dépôt ne doit remplir que $\frac{1}{49}$ environ de l'espace resté vide dans le bois.

La préférence accordée par l'auteur au pyrolignite de fer (pour déterminer la production du tannate de fer) est-elle bien justifiée? Ce sel commercial paraît toujours acide (*Doc.* 36, — 83). Or cet acide acétique libre, on le sait trop, dissout et entraîne l'encre, c'est-à-dire le tannate de fer.

Mais, à défaut d'acide acétique, l'acide carbonique atmosphérique ou terrestre ne vient-il pas, ici comme toujours, exercer son action lente qui dissout dans l'eau les sels métalliques, les entraîne et les disperse? Relire le chapitre relatif à la *démétallisation*.

M. Boucherie fils redoute l'action du tannate de fer sur les bois, mais pour d'autres motifs. Dans la note adressée par lui à l'Académie des sciences aussitôt après la communication de M. Hatzfeld, il manifeste la crainte qu'un sel de fer au minimum, introduit dans le tissu vasculaire du bois, ne soit converti rapidement en sel de fer au maximum, lequel phénomène s'accompagne toujours de la désorganisation du bois lui-même. « Il m'est arrivé, pour colorer des billes en noir, d'y injecter successivement des solutions de sulfate de protoxyde de fer et de tanin ou de campêche. Or, dans ces conditions, le bois ne se conservait que si je le maintenais à l'abri de l'humidité du sol. Un sel qui semblait doué de propriétés antiseptiques beaucoup plus puissantes, et avec lequel mon père a préparé ses premières billes, le pyrolignite de fer, n'a donné, au point de vue de la conservation du bois, que des résultats très-médiocres. Qu'attendre, après cela, du tannate de protoxyde de fer?

« Les reproches adressés au sulfate de cuivre ne sont pas complétement mérités, » etc..... (Ac. des sc., 16 février 1874).

On lit dans les *Compt. rend.* récents de l'Acad. des sciences une Note produite par M. Hubert :

« *Mode de conservation des bois employés dans les grandes industries et les chemins de fer.* — Après m'être occupé de plusieurs systèmes pour la conservation des bois, pour les grandes industries et principalement pour les chemins de fer, j'ai mis en pratique celui que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie. Ce système a donné les meilleurs résultats. Il suffit, pour s'en convaincre, de le mettre en regard de toutes les expériences qui ont été tentées et de tous les rapports qui ont été faits sur la matière. C'est toujours le fer qui a été reconnu comme un des meilleurs agents conservateurs. La difficulté était, non dans la manière d'en injecter ou imprégner les bois, mais de leur faire conserver l'hydrate de peroxyde de fer injecté.

« Cet agent est essentiellement conservateur; il chasse des bois l'albumine qui s'y trouve, ainsi que les autres principes azotés qui, par leur fermentation, causent la détérioration des bois. Les insectes évitent ces bois, chargés de rouille, qui ne leur présentent plus qu'une nourriture nuisible. Cet agent remplacerait le sulfate de cuivre, qui a de grandes qualités, mais dont l'effet devient nul dans les terrains où se trouvent des matières ammoniacales.

« Pour imprégner les matières ou les injecter, il suffit d'y planter des clous à tiges minces et longues, et à têtes plates et larges. En les mettant en terre, la rouille s'y forme et se répand partout d'une façon uniforme et permanente. On peut aussi entourer les traverses de fils de fer, etc. C'est ainsi que j'ai pu conserver intacts, pendant près de quinze ans, des bois plongés dans la terre humide. On a vu, dans l'eau, des bois bien conservés et qui y étaient depuis des siècles : cette conservation a toujours été attribuée à la présence du fer. Dans un vieux bâtiment en démolition, il est à remarquer que les bois garnis de clous sont toujours assez bien conservés et que les autres sont réduits en poussière. » (*Séance du* 20 *avril* 1874.)

TROISIÈME PARTIE

CONSERVATION DES MATIÈRES ALIMENTAIRES

DES TISSUS, DES CADAVRES, ETC.

ET

NOUVELLES RECHERCHES SUR L'ANTISEPTICITÉ DES SELS

CHAPITRE PREMIER

Production des viandes alimentaires. — Conservation des substances comestibles par les agents *chimiques* et les agents *physiques ;* ces derniers préférables. — Privation : 1° d'air et d'oxygène; 2° d'humidité; 3° de chaleur. — Action conservatrice des gaz : fumée, boucanage ou créosotage; acide chlorhydrique; acide sulfureux ; oxyde de carbone. — Sels : sel marin et moyens divers de pénétration; nitrate de potasse : acétate de soude ; chlorure d'aluminium. — Extrait de viande.

L'aliment le plus nutritif, la chair musculaire, acquiert chaque jour une valeur plus élevée. Il y aurait grand avantage à abaisser les prix de cet aliment plastique; il devient de moins en moins accessible aux classes laborieuses, qui ont le plus besoin d'une alimentation réparatrice. Si cette étude était moins abrégée, on pourrait placer ici des considérations qui intéressent l'hygiène publique et l'économie sociale.

L'Amérique du Sud (le Brésil, la Plata) et l'Australie produisent du bétail en grande quantité. La population de ces contrées, insuffisante pour la culture du sol, abandonne au ciel le soin de produire des herbages que des bestiaux récoltent et s'assimilent : c'est la pâture de la période patriarcale. La richesse, ou le *pécule*, comme dans les temps primitifs, est déterminée par le nombre de bestiaux. Il y a là surabondance de cet aliment plastique, si rare dans nos contrées plus habitées et plus cultivées. L'exportation des viandes de ces parages lointains jusqu'en Europe serait assurément fort utile; comment l'opérer? Entre le sol qui produit et la bouche qui consomme, il y a quelques milliers de lieues et un délai de quarante jours au moins. Peut-on franchir cette distance et ce temps, sans que la viande soit altérée? Là est la difficulté. On a proposé divers procédés ; ils seront bientôt indiqués.

Tous les moyens propres à assurer la conservation des viandes et des autres substances alimentaires ne peuvent être rappelés en quelques pages; l'exécution d'un tel projet nécessiterait un volume

spécial. Mais du moins les plus importantes méthodes, et surtout quelques principes trop peu connus, vont être signalés.

On ne saurait agir sur les substances alimentaires comme on agit sur les tissus ligneux. En injectant les bois, on n'a d'autre préoccupation que de les soustraire aux atteintes septiques et de ne pas altérer les fibres par l'intervention des agents conservateurs eux-mêmes. Mais, en ce qui concerne les aliments, il faut que l'action conservatrice, bien autrement délicate, soit telle, qu'elle laisse intactes dans la matière organique toutes les propriétés qui permettent l'assimilation; il faut, en outre, que l'agent conservateur lui-même n'exerce aucune action funeste sur cette autre matière organisée qui compose le tissu très-délicat de nos organes digestifs; c'est dire combien est difficile et limité le choix des moyens. Si un aliment pouvait être rendu inaltérable d'ailleurs, il ne serait plus du tout alimentaire, alors même que la substance conservatrice serait sans action sur nos organes; c'est à la condition de devenir altérable qu'une substance est assimilable et alimentaire.

Emporté par l'unique désir d'assurer la conservation des comestibles, on est tenté parfois d'employer des agents qui peuvent devenir nuisibles. J'ai lu quelque part la recette signalée par un inventeur qui, pour prévenir l'altération et la rancidité du beurre, ou bien pour conserver à ce corps gras une belle coloration, le mêlait avec du jaune de chrome, c'est-à-dire avec du chromate de plomb!

Mais les erreurs ne sont pas toujours aussi grossières et aussi dangereuses. Sur la même ligne, on peut noter cependant le moyen employé autrefois pour adoucir les vins aigris: on y versait de la litharge, composant ainsi de l'acétate de plomb éminemment toxique. Dans les essais de conservation alimentaire, on doit agir avec la plus grande circonspection. Lorsqu'il y a doute, je comprendrais des expériences accomplies pendant une longue période de temps sur des animaux, *experimentum in animâ vili*. On ne doit introduire des innovations dans le domaine de l'alimentation publique qu'avec une réserve extrême.

Moyens physiques de conservation des substances alimentaires.

Quel que soit le mode de préparation conservatrice, *la matière*

organique alimentaire doit, dès qu'elle est ingérée, se débarrasser de tous les impedimenta *de la préparation et redevenir elle-même;* c'est ainsi que je formule un principe dont il convient de se rapprocher le plus possible dans l'application. Aussi, les meilleurs moyens de conservation des substances alimentaires, ceux-là qui ont été usités et éprouvés depuis les temps les plus reculés, consistent-ils à soustraire les aliments à :

1° L'*action de l'air*, en les clôturant sous l'huile, etc.

2° L'*action de l'eau*, en desséchant les grains de blé, légumes, etc., et les renfermant soigneusement dans des silos.

3° L'*action de la chaleur*, en entourant de glace l'objet à conserver.

Un quatrième moyen, d'une application plus récente, consiste à tuer les ferments par l'action de la chaleur, et à soustraire ensuite les aliments à l'influence de l'air qui déposerait de nouveaux sporules organisés.

A ces applications, pratiquées presque toutes depuis les siècles anciens, il faut ajouter l'usage aussi antique de saler, avec le sel marin, certaines substances destinées à l'alimentation.

Remarquons ici que l'introduction, dans nos organes digestifs, des aliments qui ont subi ces influences diverses, suffit seule pour ramener ces aliments à l'état normal. Le sel lui-même est un agent de conservation, en même temps qu'un condiment indispensable; il est trop connu pour que j'ajoute d'autres explications à celles qui ont été déjà produites à la page 114.

Faut-il redire que les anciens renfermaient sous l'huile le vin ou les poissons salés qu'ils voulaient conserver? Faut-il indiquer les soins qu'ils prenaient à bien dessécher le blé, le maïs, renfermés ensuite dans des greniers ou dans des silos? Que ces silos étaient établis avec les plus grandes précautions dans le rocher ou dans la terre? Que l'exposition même de l'ouverture n'était pas pour eux chose indifférente[1]? Aujourd'hui, poussant plus loin encore ces précautions, on remue fréquemment les blés corrodés par un insecte, le charançon qui, troublé dans son repos, fuit l'agitation.

C'est à perfectionner ces moyens primitifs de conservation qu'on

[1] Voy. *Des fosses pour la conservation des grains*, par M. le comte de Lasteyrie.

doit s'attacher : là est sans doute la meilleure et la plus sûre solution du problème. Il faut chercher à soustraire la matière alimentaire, par les méthodes les plus intelligentes, à l'action funeste qu'exercent sur elle les trois agents de toutes décompositions : l'air avec ses germes, l'eau, la chaleur; il suffit de faire disparaître l'un de ces facteurs pour que l'action soit arrêtée.

En dehors du sel marin, qui est indispensable à notre organisme et qui assure la conservation des aliments, il est peu de matières salines, comme aussi il est peu de gaz, qui méritent d'être recommandés avec une entière certitude pour imbiber ou pénétrer les substances alimentaires d'un usage quotidien. Cette réserve n'est pas absolue cependant, mais elle indique la mesure, les précautions, les restrictions qui doivent entourer de tels essais. En recommandant les vieux moyens de conservation, je n'entends pas assurément offrir comme exemple les temps où l'on buvait le vin conservé sous une couche d'huile que l'air finissait même par altérer et rancir; mais je veux dire que, dans les manipulations subies par ces substances alimentaires si délicates, il me paraît préférable encore d'avoir recours aux moyens physiques qu'aux ingrédients chimiques; il faut seulement utiliser les conquêtes les plus récentes de la science dans l'application de ces moyens physiques, et poursuivre les recherches dans cette direction préférée; c'est la voie sûre. Je reste persuadé que le lecteur partagera ma conviction, après avoir lu les pages qui suivent.

Privation de l'air ou de l'oxygène pour la conservation de la chair musculaire et des substances alimentaires.

La décomposition des matières organiques est retardée dans le vide : cette préservation serait même absolue, si aucun germe de vibrioniens, etc., ne persistait. Pour plonger la chair musculaire[1] dans un vide industriel, on a tout simplement enveloppé les morceaux de viande d'une pelure qui s'oppose à l'action de l'air; ainsi, lorsqu'on immerge un morceau de chair dans une solution formée de caoutchouc

[1] Quand on a éliminé de la chair musculaire du bœuf 75 centièmes d'eau et 1,5 de cendres, on trouve 24 environ de fibrine et d'albumine.

dans le sulfure de carbone, ce dernier corps volatil s'échappe : il ne reste donc qu'une pellicule protectrice de caoutchouc ou de gutta-percha (Lemettais et Bonnière, Brev. 1857 — Voir *Génie ind.*, t. XVIII).

D'autres ont proposé la gélatine pour former cette enveloppe corticale. Dans une certaine mesure, la gélatine est utile à la nutrition ; mais aussi elle est plus accessible à l'humidité extérieure, et surtout à l'humidité intérieure. M. Souverain (1854) admet qu'on remplit les conditions les plus favorables à la conservation de la viande, en immergeant celle-ci, dit la collection officielle, dans un liquide formé par l'union « d'un corps gras avec la gélatine et l'addition d'une très-petite quantité d'un sel soluble de fer. Il se forme une substance blanche comme du lait qui, par une exposition prolongée à l'air, devient brune, rougeâtre, foncée. On peut aromatiser ce produit à volonté. Pour l'employer, on le fait fondre à une température de 60° à 80°, et on y plonge le morceau de viande à conserver, sans autre préparation. »

Warington, chimiste, propose (Brev. 1846) divers moyens de conserver les viandes alimentaires, entre autres le procédé suivant : dans le plâtre parisien, d'abord délayé sous forme de pâte, on plonge l'objet organique aussitôt retiré. Le plâtre superficiel étant solidifié, on l'enduit encore de cire ou d'un corps gras pour faire obstacle à la rentrée de l'air. — Les Éthiopiens employaient autrefois pour leurs momies un moyen qui offre quelque analogie avec celui-ci. Voy. p. 6.

En 1855, M. Jobart a pensé que, pour protéger plus sûrement les matières organiques (animales et végétales) au moyen d'une enveloppe gélatineuse et tannée, il fallait d'abord placer l'aliment dans une chambre hermétiquement fermée : « Je les mets, dit-il, en présence du sodium et de la chaux vive ; j'enlève ainsi l'oxygène et l'humidité, ou bien l'un ou l'autre, selon que je fais emploi de l'une ou l'autre de ces substances. Les matières à conserver, ainsi délivrées de leurs causes intrinsèques de corruption, sont plongées dans la matière conservatrice et deviennent inaltérables ». Il y avait peut-être à cette application une difficulté : c'était d'obtenir du sodium à un prix abordable. Aussi l'auteur ajoute-t-il « que l'emploi du sodium peut être remplacé par le potassium ou le charbon de bois en combustion, ou toute autre substance avide d'oxygène ». (*Coll. off.*)

M. Blondin, de New-York (1858), a recours à un autre mélange : les objets comestibles sont plusieurs fois immergés dans une solution de gomme-adragante, de gélatine et d'acétate d'alumine. Un autre auteur plonge à plusieurs reprises la chair dans la paraffine fondue. On se débarrasse ensuite de cette enveloppe, en immergeant le bloc dans de l'eau bouillante qui dissout la paraffine, utilisée dans des opérations ultérieures (Redwood, 1866, V. *Techn.*, t. XXVIII). Ce corps neutre, gras, paraît efficace, à la condition, toujours difficile à remplir, que l'enveloppe par lui formée reste intacte, sans déchirure. Il faut bien le dire : là est l'obstacle contre lequel doivent lutter ces ingénieuses applications ; si l'air rentre, tout est perdu ; la plus petite fissure suffit pour que les sporules exercent leurs ravages.

« Le procédé Sloper repose sur le principe de la destruction de l'oxygène dans les boîtes de fer-blanc qui contiennent les viandes. D'après l'inventeur, la viande ainsi préparée a la même apparence et un aussi bon goût que la viande fraîche, et peut être vendue, en Angleterre, au même prix que celle du Dr Morgan, » c'est-à-dire 0f88 par kilogramme. — La publication étrangère à laquelle le *Bulletin de la Société d'encouragement*, 1868, emprunte l'indication qui précède, n'apporte pas de renseignements plus étendus.

« Sweeny remplit un vase avec de l'eau privée d'air par l'ébullition, y jette de la limaille de fer, et y introduit la viande à conserver ; ensuite, il verse, par dessus, de l'huile, de manière à en former à la surface une couche de 1 à 2 centimètres. Cette couche s'oppose presque entièrement à la dissolution de l'air dans l'eau, et la faible quantité d'oxygène qui pourrait s'y dissoudre est absorbée par la limaille de fer. La viande se conserve ainsi, pendant plusieurs mois, sans altération ». (Malaguti, *Leçons élém. de chimie*, t. IV, p. 413, 4e éd.) — Ce procédé s'applique sans doute à la viande comestible.

Mais, par-dessus tout, il faut rappeler la méthode imaginée par Appert dès le commencement de notre siècle [1]. Malgré le temps écoulé, elle paraît encore aujourd'hui la plus pratique et la plus profitable. Appert a été vraiment le créateur de l'industrie des conserves

[1] Appert, « *Le livre de tous les ménages*, etc. ». Voir aussi *Ann. des arts et manuf.*, t. XXXII (an 1809), et les *Ann. de chim. et de phys.*

alimentaires. On pourrait étaler une facile érudition, en rapportant les discussions sans nombre auxquelles a donné lieu ce procédé. Ces discussions ne portaient pas d'ailleurs sur les résultats eux-mêmes, résultats incontestables, mais sur les principes théoriques qui permettaient de les obtenir. Il y a là, en effet, sur l'origine des fermentations, sur l'action de l'air et de ses germes, des questions très-intéressantes qui ramènent aux *principes;* je n'ai pas à revenir ici sur ces sujets abordés déjà dans la première partie de ce volume.

Appert procède de la sorte : dans un flacon de verre très-résistant, à large ouverture, ou bien dans une boîte en fer-blanc, il renferme les aliments tout préparés, avec le sel, les légumes, les condiments nécessaires. Ces boîtes ou flacons sont placés dans un bain-marie et soumis à la coction. L'ébullition qu'ils subissent provoque le dégagement de la vapeur d'eau qui entraîne l'air. Afin de faciliter l'obturation de ces vases, la boîte a eu, par avance, son couvercle soudé, et ce couvercle ne porte lui-même qu'une petite ouverture qui livre passage au mélange d'air et de vapeur d'eau. Lorsque la cuisson est achevée, on se hâte de souder la petite ouverture ou de boucher et cacheter le flacon.

On admet que la conservation est alors opérée sous ces diverses influences favorables : 1° la cuisson ; 2° le sel marin et les épices ; 3° l'absence à peu près complète de l'air ; 4° la décomposition des germes par la température élevée.

L'air ne peut pénétrer dans ces boîtes ou ces flacons qui conservent intactes, pendant plusieurs années, les substances alimentaires. L'épreuve faite depuis trois quarts de siècle est absolument concluante ; les résultats sont tout à fait satisfaisants [1].

[1] « Le procédé d'Appert a été amélioré par M. Fastier de la manière suivante : Lorsque les produits sont disposés et arrangés dans la boîte, on soude le couvercle qui porte une très-petite ouverture ménagée pour donner issue aux vapeurs qui se dégagent pendant l'opération. Quand la cuisson est terminée et que les vapeurs sortent avec force par la petite ouverture, on retire un peu la boîte du feu et on la bouche avec une goutte de soudure. Alors, on asperge légèrement le vase avec quelques gouttes d'eau froide; les vapeurs se condensent, le vide se forme, et les parcelles d'air emprisonnées dans les os sont mises en liberté. Après quelque temps, on débouche la petite ouverture du couvercle, et on soumet de nouveau la boîte à l'action du feu qui raréfie et chasse au dehors tout l'air qui pouvait se trouver dans la boîte. Lorsque la vapeur sort de nouveau par la petite ouverture, on la ferme comme précédemment avec une goutte de soudure. Ainsi préparées et soumises

M. Pasteur obtient un important résultat en chauffant les vins, bouchés ensuite avec soin pour prévenir le retour de l'air; il détruit de la sorte les mycodermes qui déterminent l'acétification du précieux liquide. Il suffit d'avoir une étuve chauffée de 60° à 100° C, d'y renfermer, pendant une heure ou deux seulement, les bouteilles pleines de vin, pour que, les germes étant détruits, sa conservation soit assurée. Les détails de cette opération se trouvent consignés dans une note remise par M. Pasteur à l'Académie des sciences et insérée dans les *Comptes rendus*, t. LX, p. 899, — 1er mai 1865.

On prévient la décomposition des œufs, en empêchant l'air de pénétrer à travers la coque. A cet effet, on plonge les œufs pendant quelques heures dans un lait de chaux; celle-ci s'unit à l'albumine sous-jacente et forme un composé insoluble, imputrescible. M. Dubrunfaut estime que ce moyen est le meilleur (*Compt. rend. de l'Acad.*, t. LXXII, p. 106). On s'oppose encore à l'introduction de l'air, en recouvrant l'œuf soit de cire, soit d'un vernis (*Procédé* Cormier, 1859).

Privation d'humidité (*dessiccation*).

Si la chair musculaire était absolument sèche et ne contenait pas de matières grasses, ce mode de conservation serait acceptable; mais la chair desséchée complétement se roidit; les matières grasses qui l'imprègnent toujours se rancissent, c'est-à-dire qu'elles fixent l'oxygène de l'air. Enfin, l'humidité s'infiltre peu à peu, attirée par les sels déliquescents de la viande, et, avec l'humidité, pénètrent l'air et tous ses agents de décomposition, avides de l'aliment azoté. Ce n'est qu'au prix de dispositions minutieuses et probablement impraticables, qu'on parviendrait à mettre obstacle à l'invasion de l'air et de l'humidité. Je dois dire cependant que les Indiens ont un aliment spécial : le *tasajo*, « préparé avec des lanières de chair saupoudrées de farine de maïs et desséchées ensuite au soleil, est une alimentation saine dont nous avons entendu plusieurs fois M. Boussingault faire l'éloge comme nourriture de campement ou de voyage dans des contrées dés-

deux ou plusieurs fois successivement à l'action du feu, les boîtes sont, autant que possible, purgées d'air, et les substances qui y sont contenues se conservent plusieurs années. » (Malaguti, *Leç. élém.*)

héritées qu'on se félicite toujours d'avoir traversées sans être mort d'inanition. » (Houzeau, *les Conserv. alim. à l'exposit. de* 1867.)

C'est en soumettant à la cuisson par la vapeur la viande d'abord découpée en minces lanières, que M. Verdeil arrive à la conservation de ce précieux comestible. Ces lanières, coupées tranversalement aux fibres de la viande, placées sur des claies, et renfermées dans un espace clos qui reçoit de la vapeur d'eau surchauffée (3 à 4 atm.) se trouvent cuites en quelques minutes; puis, elles sont extraites, portées et suspendues dans une étuve où circule de l'air sec à 40 ou 50° (*Brev.* 1854, *V. Gén. ind.*, t. XVIII).

Pour les légumes, le succès de la dessiccation est constaté et certain; on les découpe en minces lanières soumises à l'étuve. Cette préparation est excellente et permet aux équipages de la marine, aux ménages, d'avoir toujours des approvisionnements de légumes.

« Dans ces derniers temps, M. Masson a appliqué avec succès le procédé de dessiccation à la conservation des substances alimentaires végétales; il les dessèche dans des étuves à 35°, puis il les comprime à l'aide de la presse hydraulique. La première opération les prive de l'eau surabondante; la seconde réduit leur volume. Pour employer les légumes ainsi préparés, il suffit de les faire tremper pendant 30 ou 45 minutes dans un bain d'eau tiède, et de les cuire ensuite selon leur nature. Des expériences nombreuses, faites par la marine et relatées dans des rapports officiels, constatent la qualité et la parfaite conservation des produits après quatre ans d'embarquement. Ce procédé s'applique à tous les légumes verts, aux racines, aux tubercules, et même aux fruits. Les légumes desséchés et comprimés sont habituellement livrés en tablettes enveloppées d'une feuille mince d'étain: ces tablettes pèsent chacune 500 grammes et peuvent fournir 20 rations. On en met 10 dans une caisse de fer-blanc de $0^m,225$ de côté, sur $0^m,160$ de hauteur, cubant $0^m,008$. Sous ce faible volume, on a 5 kil. de légumes secs formant 200 rations. Dans un mètre cube, on peut ainsi embarquer 20,000 rations ». (Malaguti, *Leç. élém. de chim.*, 4e éd., t. IV.)

Le lait lui-même a été soumis à la dessiccation. Il paraît que ce liquide, mêlé à une assez forte dose de sucre ordinaire, est soumis à une rapide évaporation à une température peu élevée : l'eau qui s'é-

chappe doit être ultérieurement restituée, au moment où l'on veut reconstituer le lait. Cette industrie nouvelle est prospère dans quelques cantons de la Suisse, qui exportent une grande quantité de lait sous cette forme pulvérulente.

Privation de la chaleur.

Cette indication traduit imparfaitement ma pensée; je veux dire que la conservation des matières organiques est assurée, lorsque la température subie par ces matières fige les principes albumineux. Aussi longtemps que ces sucs sont figés, aussi longtemps persiste la conservation. On a proposé de ramener en Europe la chair musculaire produite dans les régions lointaines, en renfermant ces chairs dans des boîtes métalliques entourées de glace, sans contact direct avec la viande. Une enveloppe mauvaise conductrice, analogue à celle des glacières, recouvrirait sans doute le tout et préviendrait la trop rapide dissolution de la glace. Dans ce dessein, quelques autres dispositions particulières et plus avantageuses ont été signalées par M. Ch. Tellier (Voy. sa lettre au Journal *les Mondes*, numéro du 6 nov. 1873).

Les nouveaux moyens qui permettent d'obtenir artificiellement des froids très-intenses ne pourraient-ils recevoir ici quelque utile application? Au sujet de la production des froids artificiels, lire la note publiée par M. Berthelot (*Compt. rend. de l'Acad.*, 27 avril 1874).

Moyens chimiques de conservation des substances alimentaires.

Gaz.

Quelle action est exercée sur les substances alimentaires par les gaz et les vapeurs, ou par les liquides que ces corps condensés produisent? Cette action ne saurait être définie d'une manière générale; elle varie suivant la nature des gaz et des substances qui interviennent. Le nombre est très-restreint des gaz qui peuvent sans danger pénétrer et conserver les substances alimentaires.

Boucanage, — créosotage. — Les viandes ou bien les poissons exposés à la fumée se conservent intacts : c'est là un vieil usage et une antique observation. Même succès, lorsqu'on plonge ces aliments dans les produits empyreumatiques de la distillation du bois, considérés comme de la fumée condensée. Cette alimentation est-elle

salubre? Il faut distinguer: l'emploi intermittent est certainement utile; l'usage habituel, quotidien, ne paraît pas anodin. Chacun sait que les matelots, lorsqu'ils étaient soumis au régime persistant des viandes fumées, étaient atteints du scorbut. Quel effet produit en nous l'usage, et quel effet l'abus? Je ne veux certes pas développer ici la théorie de la nutrition animale, mais seulement rappeler qu'en nous il faut parfois des levains pour activer la décomposition des aliments plastiques, surtout lorsque cette décomposition est trop lente et trop paresseuse. Nous introduisons ces levains sous forme de viandes faisandées, de fromage, ou bien encore en diminuant les proportions de sel marin. Au contraire, si cette disposition organique est trop active en nous, on éloigne ces levains, on retarde la décomposition alimentaire, en l'empêchant de dépasser la limite prévue pour l'assimilation. Ce temps d'arrêt dans la décomposition est déterminé par la présence du vinaigre, du citron, du tanin que contient le vin rouge, du sel en excès, de l'ail, comme aussi par l'acide phénique et la créosote contenus dans les viandes fumées. L'intelligence assurément ne s'occupe guère de ces détails compliqués de l'alimentation; c'est la *bête* qui préside le plus souvent à tous ces préparatifs.

Il paraît donc évident qu'en certaines prédispositions organiques, les produits créosotés, à petites doses, peuvent être utiles à l'économie animale.

Mais, tout en constatant la grande efficacité conservatrice des liquides complexes désignés par les qualifications de *créosotés* et de *pyroligneux*, ne faut-il pas se demander si l'usage fréquent et habituel de comestibles ainsi imbibés n'est pas de nature à faire redouter le transport, et comme la transfusion à la muqueuse intestinale, de ces produits créosotés dont la viande est elle-même saturée?

Ainsi, on peut prévoir un double effet : 1° la chair alimentaire traitée de la sorte est moins assimilable peut-être; 2° à son contact, les muqueuses intestinales deviennent moins sensibles et moins perméables aux sucs alimentaires. Il y aurait sans doute aussi une action sur le sang; le scorbut rend cette action manifeste. Pour conclure toutefois avec une rigoureuse exactitude, il faudrait examiner l'état des muqueuses intestinales provenant d'animaux soumis pendant

longtemps au régime exclusivement créosoté. Je ne connais pas d'expériences qui aient été ainsi instituées.

Le boucanage des viandes est très-usité, dans le Nord surtout. On ne saurait condamner sans doute ce mode de conservation et de nutrition; il offre quelques avantages déjà signalés.

Voici comment on prépare la viande de bœuf fumée à Hambourg; la réputation acquise à Hambourg pour ces sortes de conserves explique les développements qui suivent. La viande, soigneusement choisie, est d'abord salée; pour lui conserver sa couleur rouge, on ajoute du salpêtre. Elle est alors abandonnée à elle-même pendant huit jours, laissant ainsi aux sels le temps de s'insinuer dans les tissus.

« On établit des foyers dans les caves, on y brûle des copeaux de chêne très-secs; deux cheminées portent la fumée du combustible au quatrième étage, et la versent dans une chambre par deux ouvertures opposées. La capacité de la chambre est calculée sur la quantité de la viande qu'on veut fumer; mais le plafond n'est élevé au-dessus du sol que de cinq pieds et demi (1^m,787). Au-dessus de cette chambre, il en existe une autre, construite en planches, dans laquelle la fumée se rend par un trou formé au milieu du plafond de la première, et d'où elle s'échappe par des ouvertures qu'on a pratiquées sur les côtés.

« On suspend les morceaux de viande dans la première chambre, à un demi-pied de distance (0^m,162) l'un de l'autre; on entretient le feu nuit et jour pendant un mois, et quelquefois pendant six semaines, suivant la grosseur des morceaux.

« On place les boudins dans la seconde chambre, et on y laisse les plus gros pendant 8 à 10 mois.

« Dans ce procédé, on combine deux moyens de conservation : le premier, c'est la salaison; le second, c'est l'acide pyroligneux qui est fourni par la combustion, et qui constitue la presque-totalité de la fumée. Cet acide pénètre les viandes, et peut seul les préserver de la putréfaction, comme je l'ai éprouvé plusieurs fois; mais, lorsqu'on l'emploie seul, les viandes se racornissent et prennent une couleur noire et désagréable[1]. »

[1] Chaptal, *Chim. appl. à l'agric.*, t. II, année 1823. — Voir sur le même sujet, *Ann. des arts et manuf.*, t. 1er, année 1815.

C'est donc à l'acide pyroligneux que Chaptal attribuait la propriété antiseptique de la fumée; et, comme l'acide pyroligneux est un produit formé d'acide acétique et de matières goudronneuses, lesquelles sont chargées de créosote, d'acide phénique, etc. (substances inconnues du temps de Chaptal), on est amené à dire que ce sont ces substances qui jouent le principal rôle conservateur.

Depuis longtemps, on a cherché à abréger les longues opérations décrites par Chaptal : à cet effet, la viande a été imprégnée de liquides créosotés. Je lis qu'en 1824, Houston a eu l'idée d'appliquer cette méthode aux États-Unis. Après avoir salé les morceaux de bœuf, il les abandonnait pendant quelques semaines dans leur saumure; puis, il les brossait avec de l'acide pyroligneux. Les résultats obtenus par lui étaient trouvés très-satisfaisants et très-économiques[1].

C'est encore un procédé analogue qu'employait le colonel Samson, en 1825, à Munich : il prenait de la *saumure de suie,* dans laquelle il immergeait jambons, langues, etc., parfaitement conservés de la sorte, après une immersion de quelques heures (de 5 à 8 heures). La Société agricole de Munich étudia ce moyen et demeura convaincue que les sucs sont ainsi mieux conservés dans la viande; que la viande ne perd rien de son poids ni de son volume; qu'elle se conserve plus longtemps que par les moyens ordinaires; que le procédé est applicable en toutes saisons, tandis que la fumigation ne l'est point pendant l'été[2].

Mackensie renouvelle ces applications vers 1830; il considère l'acide pyroligneux comme le plus puissant antiseptique[3]. Il est vrai que le *Bull. des sc. technol.* ajoute, à ce propos, que des tentatives autrefois faites dans la même direction par le Dr Sédillot avaient été infructueuses. La pénétration avait été sans doute incomplète; car, en 1844, le Dr Pigné annonce que les cadavres mêmes sont rendus imputrescibles par leur immersion dans une eau qui contient, par litre, seulement 10 gouttes de créosote[4].

Il est probable que le plus souvent, aujourd'hui, on procède sim-

[1] *Celebration of the birth day of Linnæus,* New-York, 1824 et *Bull. des sc. techn.*, t. III.
[2] Voy. *Anthologia,* juillet 1825, et *Bull. des sc. techn.*, même année.
[3] *Ann. scientif. de l'Auvergne,* juin 1830, et *Bull. des sc. techn.*, t. XVI.
[4] *Gaz. méd.*, mars 1844, et *Journ. de pharm.*, même année.

plement à la salaison des viandes de porc comestibles et à leur immersion dans les liquides créosotés.

Un procédé très-efficace, indiqué par M. Baudet pour assurer la conservation des viandes alimentaires, est décrit dans les *Compt. rend. de l'Acad. des sc.* (séance du 9 janv. 1871). Il suffit d'immerger ces viandes dans une solution aqueuse d'acide phénique (1 à 4 millièmes). L'énergie de l'acide phénique a été tempérée par la modification suivante, apportée et préférée par l'auteur lui-même : on imbibe du poussier de charbon avec ce liquide phéniqué, et c'est entre des couches ou des strates de ce charbon que se trouvent placés les fragments de viande à conserver, après que ces fragments ont été enveloppés de toiles. Le charbon ainsi préparé est là pour faire écran et barrer le passage aux agents septiques.

La fumée, emportant avec elle la créosote, l'acide phénique, etc., assure donc la conservation des chairs. Mais on est parvenu à extraire de la fumée ses éléments les plus actifs pour les appliquer avec avantage aux matières alimentaires, abrégeant par là les anciennes opérations conservatrices.

Vapeurs d'acide chlorhydrique. — Ce moyen ne fait que rendre l'aliment humide, pâle et assez dégoûtant. C'est cependant à l'acide chlorhydrique, nous l'avons vu, que l'alchimiste Glauber avait recours pour la préparation des aliments : il mettait à toutes sauces cet acide étendu d'eau. Le procédé ne semble ni sain ni appétissant. « On ne doit pas mesme le mépriser pour la cuisine, car on en assaisonne diverses viandes agréables et bonnes pour les malades, aussi bien que pour ceux qui sont en santé, beaucoup mieux qu'avec le vinaigre et autres choses acides.... C'est une excellente sauce pour la viande rostie. » (*Les nouv. fourn. philosoph.*)

Sulfure de carbone et acide sulfureux. — Un procédé de conservation des viandes alimentaires a été proposé depuis peu de temps par MM. Bonser et Gamgee; ce dernier est professeur au collége vétérinaire d'Édimbourg. Pour ramener en Europe les viandes d'outre-mer, ces inventeurs proposent : d'asphyxier l'animal, en lui faisant respirer du gaz oxyde de carbone; de le saigner et dépecer tout de suite, l'exposant alors dans une chambre remplie de gaz azote et d'oxyde de carbone; d'ouvrir une caisse en bois (renfermée

dans la précédente chambre), laquelle caisse contient du poussier de charbon de bois saturé de gaz acide sulfureux. Or cet acide sulfureux, en se dégageant lentement, atteint la viande et la pénètre. L'imprégnation d'un mouton entier exigerait 7 à 8 jours; un porc, 10 jours; un bœuf, 18 à 20 jours. (Voir *Techn.*, t. XXXI, avril 1870.)

Sels.

Sel marin. — J'ai essayé de définir son action (chap. IIe, 2e part.); il n'assure pas aux matières organiques la plus longue résistance aux agents septiques. D'autres sels pourraient lui être préférés assurément, si l'on ne devait avoir égard qu'à cette considération. Mais, tandis que ces sels plus efficaces sont presque tous vénéneux, le sel marin ou chlorure de sodium est, au contraire, indispensable à notre organisme; il joue peut-être dans l'économie animale le rôle de modérateur et de frein; il retarde sans doute la trop prompte décomposition des matières alimentaires. L'analyse chimique permet de constater ce fait remarquable que la proportion de sel marin absorbée par un individu est en raison directe de sa vitalité; ainsi l'urine émise par les enfants, les femmes ou les vieillards, contient une proportion bien moindre de sel marin que l'urine de l'homme adulte. Lorsque la vie commence ou s'éteint, la dose est bien plus faible encore. C'est donc une bonne inspiration que de recourir à ce sel pour assurer la conservation des aliments : de tout temps le sel marin a été employé à cette fin.

Je n'entends point insister sur les préparations de la viande de porc salée qui nous arrive d'Amérique dans des tonneaux; sur la salaison des poissons, sardines, harengs, etc. : tout le monde connaît ces *conserves*. On alterne simplement les couches de matières alimentaires avec les couches de sel marin en cristaux, après avoir pris la précaution d'enlever aux animaux leurs viscères. Les cristaux salins soutirent, pour se dissoudre, l'eau contenue dans les aliments et composent alors une liqueur conservatrice saturée de sel marin.

Vers 1843, Payn eut l'idée de faire pénétrer la saumure dans les viandes à l'aide d'une machine analogue à celle qui lui avait servi à faire pénétrer les sels conservateurs dans les bois. Les viandes, introduites par lui dans un appareil métallique résistant, subissaient

d'abord l'action du vide opéré par une pompe aspirante. On ouvrait ensuite un robinet qui permettait à la saumure de se précipiter dans la chaudière déjà chargée des morceaux de viande. Afin d'empêcher ceux-ci de surnager, il y avait au-dessus d'eux un diaphragme percé de trous. Enfin, on fermait le robinet de la pompe aspirante, laissant agir une pompe foulante qui imprégnait absolument de la liqueur salée toute la chair musculaire, déjà débarrassée du fluide aériforme répandu dans sa masse. (Voir les détails dans le *Techn.*, t. IV, 1843.)

M. de Lignac, empruntant aussi et modifiant une disposition de M. Boucherie pour l'injection des bois, parvient à faire pénétrer la saumure dans la viande. — Je laisse ici la parole à M. Houzeau : « L'introduction du sel jusque dans les parties profondes de la viande se faisait imparfaitement et avec beaucoup de lenteur. L'expérience avait, en outre, montré que, dans l'altération des quartiers de viande, c'était surtout dans les parties de la chair voisines des os que la putréfaction se développait avec le plus de rapidité. D'autre part, en prolongeant trop la macération au sein du liquide salé, de manière à atteindre les parties centrales des morceaux épais, on modifiait trop aussi leurs couches supérieures.

« C'est en s'inspirant des procédés de M. Boucherie pour la conservation des bois, que M. Martin de Lignac a pu remédier aux divers inconvénients que nous venons de signaler, et qui surtout se présentaient dans la préparation des jambons. La nouvelle méthode consiste à injecter d'abord la saumure dans l'intérieur du jambon, à l'aide d'une espèce de lardoire creuse, mise en communication par un tube de caoutchouc avec un réservoir supérieur rempli d'une dissolution saline. La quantité de saumure à injecter varie naturellement avec le poids du jambon. En général, elle est du neuvième de son poids. Aussi, dans les ateliers de l'inventeur, l'opération se fait-elle d'une manière scientifique. Un tableau dressé d'avance indique à l'ouvrier le poids de saumure à employer. Et le jambon, au moment de l'injection, est placé sur une balance équilibrée, et qui trébuche dès que la quantité calculée du liquide salin a été fournie. L'opération s'exécute en 2 ou 3 minutes. On place ensuite le gigot de viande fraîche dans un autre bain de saumure, afin d'en saler les couches supérieures, et d'empêcher, par la pression même qu'exerce ce bain,

l'écoulement au dehors du liquide injecté. Après cette deuxième opération, on passe les pièces à l'étuve et, finalement, on les fume avec les produits volatils provenant de la combustion de copeaux de chêne très-secs. » (*Les Conserves alim. à l'exposit. de* 1867.)

Le procédé du Dr Morgan sert à préparer à la Plata des approvisionnements de viande transportés et vendus en Angleterre. « Ce procédé consiste à injecter dans l'animal, au moment où il vient d'être abattu, un fluide salé qui conserve la viande sans en détruire la partie liquide et sanguine. La viande ainsi préparée peut être vendue, en Angleterre, au prix de 4 deniers la livre (0f,88 le kil.)[1]. » J'emprunte des détails plus précis à une note qui avait été publiée par M. John Morgan lui-même, professeur d'anatomie au collége royal de Dublin, note insérée dans le Recueil français précité[2] : « L'animal est tué par un coup sur la tête, perçant le cerveau et occasionnant une mort instantanée. La poitrine est alors immédiatement ouverte au milieu et le cœur est exposé. Une incision est faite au côté droit, ou bien au ventricule, ou l'auriculaire droit ; et, immédiatement après, un autre au côté gauche (c'est-à-dire le ventricule) ; le sang du côté droit (veineux) et du côté gauche (artériel) s'échappe immédiatement. Quand il a cessé de couler, un tuyau est introduit dans le ventricule gauche, et ainsi jusque dans l'aorte ou le grand vaisseau qui conduit à travers tout le corps, c'est-à-dire la racine de l'arbre de circulation, et y est fermement attaché. Ce tuyau peut être mis en rapport par un accouplement avec un robinet fixé au bout d'un tube flexible de 20 ou 25 pieds de long (7 à 8m), et ce tube communique avec un tonneau aussi élevé que la longueur du tube le permet. Dans le tonneau, on met de la saumure et un peu de nitre bien filtrés..... »

M. Morgan ajoute qu'un taureau peut être injecté en 10 minutes, et qu'après 3/4 d'heure, on peut le découper en morceaux « pas trop épais, afin de laisser évaporer l'eau, et suspendus immédiatement pour sécher dans une chambre avec un bon courant d'air et un peu de

[1] « Sur les viandes qu'on prépare à la Plata ». Public. angl. résumée dans le *Bull. des la Soc. d'enc.*, 1868.

[2] « Nouveau procédé pour la conservation des viandes alimentaires, 1866. »

fumée, ou sans fumée, si on le préfère ». La conservation d'un bœuf coûte 1f 25 environ.

Nitrate de potasse. — A l'Exposition universelle de Paris (1867), « de beaux spécimens de viande, conservée avec sa saveur ordinaire et sa couleur vermeille, ont été exposés par M. Cerio, de Turin. Ce curieux résultat est obtenu par le concours simultané du vide et d'une saumure légère à base de salpêtre. Les échantillons de mouton que nous avons dégustés étaient d'un excellent goût, ne différant aucunement de la viande fraîche. Sans contredit, ce serait là la perfection des procédés de conservation. Mais la méthode de M. Cerio ne conserve pas, à proprement parler; elle retarde seulement la putréfaction. D'ailleurs, pour qu'elle agisse efficacement, il faut que les pièces préparées soient constamment suspendues dans l'air et bien closes avec du papier qui les garantisse des mouches. Au bout de 12 ou 15 jours, la dessiccation de la viande a fait de tels progrès, que les morceaux les plus somptueux prennent des formes bizarres et méconnaissables. » (M. Houzeau, *les Conserves alimentaires*, etc.)

Acétate de soude. — Le Dr Sacc, de Neuchâtel (Suisse), a proposé d'imprégner d'acétate de soude les matières alimentaires, pour les soustraire à l'action des agents septiques.

« On range les viandes dans un baril, en déposant autour et sur elles de l'acétate de soude en poudre, dont il faut le quart du poids de la viande. En été, l'action est immédiate; en hiver, il faut placer les vases dans une salle chauffée à 20° C. Le sel absorbe l'eau de la viande. Au bout de 24 heures, on retourne les pièces, en plaçant dessus celles qui étaient dessous. En 48 heures l'action est terminée, et on embarille les viandes dans leur saumure ou on les sèche à l'air. Si les barils ne sont pas pleins, on achève de les remplir avec de la saumure faite en dissolvant une partie d'acétate de soude dans trois parties d'eau. La saumure, séparée des viandes et évaporée de moitié, cristallise et régénère la moitié du sel employé. Les eaux-mères constituent un excellent extrait de viande qui, en pâte épaisse, représente 3 pour 100 du poids de la viande employée. Cet extrait doit être versé sur la viande conservée qu'on apprête, dans ce même rapport de 3 pour 100, pour qu'elle reprenne totalement son goût de

viande fraîche; sinon elle semble fade, ce qui vient de l'absence des sels potassiques qui restent dans la saumure.

« Pour employer les viandes préparées par ce procédé, il faut les tremper pendant douze heures au moins, vingt-quatre au plus, cela dépend de la grosseur des pièces, dans de l'eau tiède additionnée de dix grammes de sel ammoniac par litre d'eau. Ce sel décompose l'acétate de soude resté dans les chairs, en formant du chlorure de sodium qui en relève le goût, et de l'acétate d'ammoniaque qui les gonfle et leur rend l'odeur et les réactions acides de la viande fraîche. Non-seulement les viandes ainsi préparées peuvent servir à faire toutes les préparations auxquelles on emploie celles qui sont fraîches, mais, comme je m'en suis assuré, les os qui les accompagnent fournissent en abondance un bouillon gras et des plus sapides[1]. »

Puis, l'auteur ajoute qu'on pourrait conserver ainsi des animaux entiers (de petite dimension), poules, canards, poissons, etc., en prenant la précaution d'extraire d'abord les intestins.

Il est digne de remarque que, dans les lumineuses recherches entreprises récemment par M. Dumas sur la fermentation alcoolique, ce savant ait constaté que la dissolution d'acétate de potasse, après avoir séjourné sur la levûre, laisse celle-ci absolument impropre, soit à exciter la fermentation, soit à déterminer l'interversion du sucre. « Il est impossible de ne pas rapprocher cette propriété, de l'emploi fait par M. Sacc, de l'acétate de soude pour conserver les viandes et les légumes[2]. »

Suivant M. Sacc, qui a commencé ses expériences depuis longtemps (1845), « la conservation des légumes se fait comme celle des viandes; ils perdent alors 5/6 de leur poids en général; les choux de Bruxelles ne perdent que 3/4 de leur poids. Pour les employer, il n'y a qu'à les plonger douze heures dans de l'eau fraîche et à les faire cuire comme s'ils étaient frais. Il faut échauder les légumes avant de les couvrir de sel, jusqu'à ce qu'ils perdent leur rigidité. Au bout de 24 heures, on les exprime et on les sèche à l'air.

« Les champignons sont employés tels quels; on verse sur eux

[1] Voir note de M. Sacc à l'Ac. des sc. (*Compt. rend.*, t. LXXV, p. 195), et journ. *les Mondes*, mai 1873, t. XXXI.

[2] Même volume des *Compt. rend.*, p. 291.

une saumure faite avec parties égales d'acétate de soude et d'eau, jusqu'à ce qu'ils en soient baignés. La saumure est à 30 degrés et son action est terminée en 24 heures; on retire alors les champignons, on les exprime et on les sèche; ils ont, comme les autres légumes, perdu 5/6 de leur poids initial. Nous n'avons opéré que sur des morilles, qui sont ici un aliment, je dirai presque un condiment de luxe; en Russie, elles sont tellement abondantes, qu'elles deviennent l'aliment du pauvre.

« Les pommes de terre crues ne se laissent pas du tout pénétrer par une saumure d'acétate de soude; il faut d'abord les cuire à la vapeur; on les prépare alors aussi facilement que les autres légumes; il y a là une vaste source de richesse ouverte aux pays chauds pour leurs patates, taros, manioc et autres racines farineuses, etc. ».

En ce qui concerne la viande, il importe de dire un mot de l'acétate de soude employé à sa conservation, et aussi du chlorhydrate d'ammoniaque qui permet, par double décomposition, d'obtenir du sel marin d'une part, et de l'acétate d'ammoniaque, de l'autre. Le dosage de ces deux sels, pour arriver à une exacte décomposition, leur pénétration concordante dans le tissu animal, paraissent de nature à offrir dans la pratique certaines difficultés; si elles sont vaincues, il reste encore à décider l'innocuité de l'acétate d'ammoniaque. On est peu tenté d'accueillir les aliments qui paraissent chargés de drogues pharmaceutiques. Si je ne m'abuse, les médecins attribuent à ce sel ammoniacal des propriétés stimulantes et diaphorétiques. (Voir Bouchardat, *Formulaire magistral.*)

M. Sacc reconnaît d'ailleurs lui-même, dans la partie qui termine son travail, que dans le choix des sels destinés à conserver les aliments, « il faut éliminer d'emblée les sels de potasse et d'*ammoniaque,* autant à cause de leur prix élevé, que de leur action thérapeutique » (*les Mondes,* p. 154). Généralement ces propriétés n'ont rien de redoutable; mais est-ce bien là ce qu'on recherche dans un aliment ? Ce n'est pas une critique que j'entends faire, loin de là. Je sais que l'acide acétique (vinaigre) fait partie déjà de nombreuses préparations culinaires; que de tout temps il a assuré la conservation de certains légumes. En nous, cet acide s'unit aux bases et les transforme aussi en acétates, puis en carbonates. On peut lire aussi, ch. v,

les constatations favorables à l'acétate de soude, récemment faites par M. Pienkowski. Néanmoins, usant des réserves et des légitimes restrictions exprimées au début de cette étude, dût-on les trouver excessives, je n'oserais me prononcer que lorsque des expériences larges, nombreuses, répétées pendant longtemps, auraient établi que les nouveaux sels sont sans influence : 1° sur la digestion ; 2° sur les excrétions (urines et sueurs) soumises à l'analyse. Déjà Chaptal produisait sur les conserves alimentaires les mêmes réserves : « On peut remplacer le sel marin par d'autres sels, dit-il ; mais, outre qu'ils sont plus coûteux, ils présentent ou du danger pour la santé, ou une saveur plus ou moins désagréable qui se communique à la viande et dont on ne peut la priver entièrement. » (Chaptal, *Chim. appl. à l'agr.*, t. II, p. 165.)

Il faut savoir gré au savant auteur du procédé ci-dessus décrit d'avoir ouvert cette voie qui appelle les investigations ; il a soumis son travail d'ailleurs aux membres les plus compétents de l'Académie des sciences. J'ignore si le rapport a été lu et déposé au moment où j'écris ces lignes. (Les commissaires nommés sont : MM. Dumas, Peligot, Pasteur.)

M. Sacc termine sa note insérée dans *les Mondes* en exposant une *théorie de la conservation des substances alimentaires*. Je renvoie à ce sujet le lecteur à la publication précitée.

Chlorure d'aluminium. M. Gannal a imaginé de faire pénétrer dans la chair comestible le chlorure d'aluminium, appliqué aussi par lui à la conservation des cadavres humains.

Il résulte d'un mémoire de M. Gannal (mémoire inséré dans le *Technologiste* de 1841, p. 345), qu'après des expériences répétées il est arrivé à ce résultat, savoir : qu'un bœuf ayant été tué, on doit laisser écouler tout le sang, remplacé aussitôt, au moyen de l'injection, par une solution de chlorure d'aluminium marquant 10° Baumé (1 kil. de chlorure et 6 litres d'eau). 1k 1/2 à 2 kil. de ce sel suffisent pour assurer la conservation d'un bœuf entier. On divise ensuite l'animal par morceaux, suspendus dans un lieu frais et aéré, en évitant le plus possible les mouches qui viendraient y déposer leurs œufs. Ces précautions suffisent lorsque la viande ne doit pas être conservée au-delà de quinze jours. Si l'on veut assurer une plus

longue conservation, il faut laver la viande avec une solution marquant 10° Baumé, composée par parties égales de sel marin et de chlorure d'aluminium.

La viande ainsi préparée pourrait subir la dessiccation et, au moment d'en user, il suffirait de l'avoir fait d'abord tremper dans l'eau pendant 24 heures. Voir détails plus étendus dans le *Technologiste*.

Je renvoie le lecteur aux réserves formulées à propos des sels en général, ajoutant ici, par voie d'analogie, que les sels alumineux paraissent peu favorables aux matières albuminoïdes et à la muqueuse intestinale. Chacun sait que les sels d'alumine, en laissant précipiter leur base dans les tissus, permettent à cette base précipitée de devenir le mordant des couleurs. Tandis que l'eau dissout et emporte le sel marin, en allant rechercher ce sel dans les fibres qui en sont imprégnées, l'alumine, au contraire, y reste plus obstinément combinée, malgré les lavages : l'alumine s'unit aux fibres textiles, à la matière animale ; il en sera question bientôt (*mégisserie*). Ces considérations sont de nature à éveiller bien des répulsions à l'endroit du chlorure d'aluminium introduit, même à faibles doses, dans les substances alimentaires.

Extraits de viande. — Les transports des viandes d'outre-mer étant très-coûteux et leur conservation fort difficile surtout, on a eu la pensée de préparer seulement des extraits de viandes. Sous cette forme, on livre au public un *résumé* substantiel, agréable et commode ; tout le monde connaît ces préparations fort utiles et avantageuses à l'art culinaire. La dépense qu'elles occasionnent a été ainsi précisée.

Voici, d'après M. Payen, le prix de revient du potage :

Préparé chez soi, par la méthode du pot-au-feu. .	0f,11
Préparé par le bouillon de M. de Lignac.	0f,15
Préparé avec l'*extractum carnis*.	0f,21

(Houzeau, *les Conserves alim. à l'exposit. de* 1868.)

Mais cette part méritée étant faite aux éloges, il convient de replacer devant soi les termes du problème lui-même et la solution offerte : sans doute le jus, l'extrait nutritif, est envoyé en Europe ; mais l'énorme quantité de chair musculaire, mais l'aliment plastique, reste là-bas, éloigné de nos centres de consommation. Importer l'a-

nimal entier, après qu'il a été dépouillé seulement des parties non comestibles et même des parties comestibles qui n'ont qu'une insuffisante valeur : telle est, ce semble, la véritable solution qu'il faut trouver.

Le jus ou l'extrait ne condense pas en lui toute la substance nutritive de l'animal ; il n'en contient que la plus faible partie. C'est encore un bienfait sans doute que de recueillir cette partie nutritive, au lieu de la laisser perdre ; mais les recherches doivent tendre à utiliser la totalité des chairs musculaires comestibles.

CHAPITRE II

Conservation des cadavres, des pièces anatomiques, du sang, etc.

Le corps humain restitue rapidement à l'air et au sol les éléments dont il s'était emparé par la nutrition: c'est là ce qui se produit, lorsque le cadavre est abandonné à lui-même.

Mais les dangers des effluves ont fait prescrire certaines précautions. On brûlait les corps autrefois, ou bien on les enterrait, ou bien on les embaumait. Aujourd'hui, les cadavres sont enterrés et abandonnés à la putréfaction lente [1]. Dans les sols qui ne sont pas trop argileux, cette complète décomposition des chairs est accomplie au bout de cinq ans. Une couche de deux mètres de terre paraît un écran suffisant pour empêcher l'échappement des gaz qui se trouvent disséminés dans la terre, et dissous ou absorbés par cette espèce d'éponge humide.

Néanmoins, on emploie quelquefois, mais bien rarement, des moyens chimiques pour conserver les cadavres. On estime que si cette application était généralisée, la surface occupée par les cimetières devrait avoir une étendue telle, que les abords des villes seraient, non des villas, mais de vastes nécropoles. Comme chez les Romains, on ne pénétrerait dans la cité des vivants qu'après avoir franchi la cité des morts.

Les procédés de momification employés par les Égyptiens ont été rappelés dans la première partie de ce volume. Aucune autre méthode n'assure aux cadavres une aussi longue durée. En effet, la pénétration

[1] Quelques tentatives sont faites, en ce moment, dans diverses contrées, pour rétablir le régime païen de la crémation. On a récemment exposé à Vienne un poêle en briques dans lequel le cadavre est placé au-dessus d'une pile de bois, et recouvert d'une cloche de métal concentrant la chaleur.

de matières grasses et résineuses, dans les corps desséchés, défend ceux-ci contre les principaux agents des décompositions. Ce n'est pas à ces moyens longs, minutieux, dispendieux, qu'on s'est adressé dans les temps plus rapprochés de nous. Les recherches récentes ont eu pour but de rendre inaltérable le cadavre pendant quelques temps, mais en faisant intervenir des moyens rapides de préparation : on ne vise plus à l'éternité des momies.

Les agents antiseptiques de toutes sortes ont été employés à cette fin, et principalement le sel marin, ainsi que les aromates. On faisait jadis bouillir ou immerger dans l'eau salée les corps des personnes illustres que l'on voulait conserver; on y ajoutait aussi des épices. « Eunapius, qui vivait au Ve siècle, rapporte qu'il y avait une secte de religieux dont l'occupation consistait à embaumer, dans une saumure, les têtes des martyrs. » *Eunap. in Œdisio.* (Hœfer).

De nos jours, depuis l'indication reproduite et popularisée par Chaussier (voir dans ce *Traité*, 2e partie, et *Doc.* 45), c'est aux sels mercuriels que la préférence a été accordée avec raison. Usant de ce moyen, on embaumait en France les cadavres des sénateurs du premier empire, en les saturant d'une poudre fine composée pour moitié de tan, et l'autre moitié de sel décrépité, de kina, de bitume de Judée, etc. ; mais les chairs avaient été d'abord incisées et pénétrées d'une solution alcoolique de sublimé corrosif.

C'est aussi la solution de sublimé corrosif qui servit principalement à la préparation du corps de Louis XVIII (septembre 1824). Le corps du colonel Morland, imprégné de ce sel, était devenu dur comme du bois ; mais les traits étaient parfaitement reconnaissables. (Voir *Bull. des sc. tech.*, t. I.)

Watterton, dans sa communication à la Société philosophique de Leeds (8 janv. 1824), signalait l'utilité de recourir au sublimé corrosif pour conserver les peaux, les animaux, les oiseaux, etc. A cet effet, il dissolvait le bichlorure de mercure (sublimé corrosif) dans du rhum à 22° (*Technical repository*, avril 1824). De son côté, Schmidt revient, à la même époque, sur cette application du sel mercuriel qui lui sert à la conservation des oiseaux et de divers objets d'histoire naturelle ; il en signale l'efficacité qui lui a été démontrée dans les régions tropicales par lui habitées pendant cinq ans. Il préfère même

imprégner l'intérieur des peaux avec une préparation composée d'une solution d'arsenic et de savon dans l'eau[1] (*même Recueil*).

En 1818, M. Raimond, professeur de chimie à Lyon, présentait à la Société royale des fragments de bœuf, conservés intacts depuis six mois, après avoir subi pendant quelques minutes seulement l'action du *chlore gazeux*. Un petit cochon d'Inde tout entier avait été ainsi préservé de la décomposition. Il importe d'ajouter que cette préparation très-efficace était signalée, non point dans le but de conserver des viandes alimentaires, mais seulement pour l'embaumement des corps et la préservation des objets de zoologie. (*Journal de pharmacie,* sept. 1818.)

M. Braconnot (1825) ne connaissait pas sans doute les vieux travaux de Becher, ni ceux de Bordenave et de Boissieu, puisqu'il considérait comme nouvelle l'application du sulfate de fer aux matières animales; toutefois, M. Braconnot n'employait pas directement le sel de mars, mais lui faisait subir une calcination préalable de manière à peroxyder la base et à chasser l'excès d'acide. « M. Braconnot, dit un journal scientifique de cette même année 1825, a trouvé un nouveau moyen de conservation des substances animales, en les plongeant dans une solution (chargée à 3°, aréom. de Baumé) de sulfate de fer préalablement calciné au rouge. » (*Journal de pharmacie,* t. XI, p. 173.)

M. Soubeyran généralisait cette application des sels et faisait remarquer, en 1830, « que toutes les substances minérales solubles, et plus particulièrement les acides, sont propres à la momification des matières animales » (*même Recueil*, t. XVIII, p. 456). Il est juste d'observer qu'ils n'ont pas tous une égale efficacité. De Boissieu (1767), Fourcroy (vers 1800), avaient constaté déjà, d'une manière générale, l'antisepticité des sels métalliques; et lorsque Soubeyran ajoutait, dans la publication précitée, que les acides étaient aussi des agents de conservation, et particulièrement l'acide sulfurique étendu d'eau, il avait été précédé dans cette voie par les alchimistes et par de

[1] L'acide arsénieux est un agent conservateur très-énergique; mais son emploi devait être et a été absolument défendu pour la conservation des cadavres, parce qu'un tel emploi rendrait plus difficile les recherches médico-légales; aussi, cette défense formelle à l'égard des composés arsenicaux est-elle portée dans l'Ordonnance royale d'octobre 1846.

Boissieu, ce dernier ayant reconnu que les acides minéraux et végétaux étaient antiseptiques.

Indépendamment des sels et des acides déjà indiqués, d'autres sels furent recommandés pour la conservation des cadavres.

Tauffier, professeur de chimie à la faculté de Strasbourg, en 1832, constate les propriétés antiseptiques du *chlorure d'étain* qu'il préfère au *sel marin*, au *sel de nitre*, à l'*alun*, au *sulfate de zinc*, au *persulfate de fer*, à la solution aqueuse d'*acide sulfureux*. « Parmi les différentes solutions salines, dit-il, dont j'ai étudié les propriétés antiputrides, celles de l'hydrochlorate d'étain seule me paraît réunir toutes les conditions qui peuvent lui faire donner la préférence sur l'alcool dans la conservation des matières animales, au moins dans le plus grand nombre de cas. J'ai plongé, au mois de juin 1831, de la chair musculaire avec du tissu cellulaire rempli de graisse, dans une dissolution étendue de ce sel métallique. Ces parties y ont été conservées dans toute leur fraîcheur... A cet effet, il faut se servir d'une dissolution d'une partie de sel dans vingt parties d'eau acidulée par l'acide hydrochlorique. » (*Journal de Pharmacie*, t. XVIII.)

M. Gannal, qui s'est occupé d'une manière toute spéciale de la conservation des cadavres, faisait servir à cet usage les sels d'alumine. La solution de ces sels, introduite par injection, ne mutilait pas le corps. Un prix Montyon a été décerné à Gannal, le 21 août 1837.

Dans un volume publié par Mathias Mayor [1], cet auteur a essayé d'appliquer « à l'espèce humaine les principes de l'empaillage ». Il voudrait « que la tête fût, autant que possible, ressemblante à celle dont on veut perpétuer l'image et les traits », parce que, dit-il, « c'est la tête exclusivement qu'il importe et qu'il suffit d'obtenir et de conserver, s'il s'agit de la taxidermie humaine ». Pour atteindre ce but, il entre dans de nombreux détails et formule diverses prescriptions. Les téguments de la tête (peau de la face, cuir chevelu) sont détachés et enlevés avec soin, puis immergés dans les solutions de sels alumineux et, enfin, appliqués sur un moule, ou bien sur le crâne moulé du défunt. La peau reçoit alors une coloration qui rappelle la teinte de la vie. Je pense avoir ainsi bien compris l'auteur, qui résume

[1] *Essai sur l'Anthropo-taxidermie*, in-8°, 1838.

d'ailleurs sa méthode dans le chapitre II, p. 8 et 9. Il lui paraît indispensable :

« 1° D'enlever les téguments du crâne et de la face du sujet dont on possède le corps mort ;

« 2° De leur faire subir les préparations nécessaires, afin de les mettre à l'abri des injures du temps et des insectes ;

« 3° De constituer un corps ou moule, conformé de manière à pouvoir remplacer les tissus dont on vient de séparer ces téguments.... » etc.

L'auteur pense que l'adoption généralisée de cette méthode ne laissera plus place aux statues de marbre, de bronze, etc., que dans les palais, les édifices, ou sur les places publiques, « tandis que l'anthropo-taxidermie est évidemment réservée à n'occuper qu'un réduit mystérieux, un sanctuaire impénétrable » (p. 58). Cependant l'auteur demande « qui osera prétendre, par exemple, que lorsque l'anthropo-taxidermie sera parvenue au degré de perfection qui lui est réservé, elle ne puisse, beaucoup mieux que la sculpture et la peinture, reproduire les traits, le genre de vêtements et certains détails intéressants de la vie domestique des hommes illustres qui ne sont plus? Qui pourra nous dire qu'un jour nous n'aurons pas un musée ou des salons où se réuniront, et presque au naturel, les grands hommes auxquels nous sommes attachés par le sentiment, et que la toile, pas plus que le marbre et le bronze, ne seront jamais en état de nous faire connaître exactement? » (P. 57).

Ainsi se trouveraient produites, dans le dessein de l'auteur, non plus ces sculptures dont la ressemblance est souvent équivoque, mais des statues formées avec les éléments empruntés aux défunts eux-mêmes, de telle sorte qu'on assurerait une conformité parfaite avec les originaux. On voit que tout ici est neuf et original. L'auteur ne se dissimule pas d'ailleurs que ses propositions pourront paraître « passablement étranges », et il ajoute aussitôt : « Je n'ai rencontré que des incrédules, des ricaneurs, des mines refrognées, des opinions hostiles à mes vues, haineuses même, et des prédictions fort lugubres. » (Introd., p. VI.)

Le Dr Pigné recommandait, avec beaucoup de raison, en 1844, de plonger les cadavres dans une eau qui contiendrait, par litre,

10 gouttes de créosote. Ayant observé, en outre, que les vapeurs de créosote conservaient parfaitement les corps, il espérait baser sur cette propriété un nouveau système d'embaumement, exempt de toute mutilation des corps. (*Gazette médicale,* 1844.)

M. Balard (1852) se servit de l'acide pyroligneux brut pour conserver les corps, soit au moyen d'injections, soit par application de compresses.

En 1845, M. Silvestri proposait des bains dans lesquels les cadavres devaient demeurer plongés pendant longtemps. Dans l'une de ces préparations diverses, intervenaient divers chlorures, et notamment le deuto-chlorure de mercure et le chlorure de zinc, qui étaient les agents les plus actifs de conservation.

Vers 1845 encore, le Dr Sucquet employa le chlorure de zinc qu'il fit pénétrer dans les cadavres par voie d'injection. « Le chlorure de zinc coagule immédiatement l'albumine.... Il possède au plus haut degré la faculté conservatrice.» (*Annuaire de chim.* de Milon et Reiset, 1847, p. 765.)

« *Procédé Sucquet, pour embaumer.* — On injecte dans les vaisseaux une dissolution concentrée d'hyposulfite de soude; on baigne les parties découvertes et les pièces d'anatomie dans une dissolution de chlorure de zinc. Ce moyen est très-précieux pour faciliter les dissections et conserver les pièces d'anatomie.

« Pour embaumer un cadavre, on injecte dans la carotide, 4 à 6 litres d'une dissolution de chlorure de zinc à 45°. » (Bouchardat, *Formulaire magistral.*)

Vers la même époque, M. Lemaître de Rabodanges propose un autre moyen : il se sert du nitrate de plomb. (Voir *Ann.* de Milon et Reiset, 1847.)

M. le Dr Dupré, décomposant sur du charbon de l'acide sulfurique, faisait pénétrer dans le cadavre les gaz acides sulfureux et carbonique qui résultaient de cette action. Ce moyen ne paraît pas avoir eu de succès.

M. Fontaine-Moreau (1851) substitue au chlorure de mercure et à l'alcool le sulfate de zinc en dissolution parfaitement neutre de 20° à 30° Baumé, et même de 35° à 40°.

M. Raspail propose (1852) d'embaumer les cadavres avec une

liqueur aloétique ainsi composée : Eau 100 parties ou 5 litres ; alcool (à 18°) 5 parties ou 0lit.,25 ; enfin, aloès 5 parties ou 250 grammes.

En 1855, M. Théroulde applique les sels métalliques et terreux, mais surtout les chlorures de tous les métaux usuels, à la conservation des matières animales destinées à l'industrie et à l'agriculture. Il se forme ainsi des combinaisons auxquelles l'auteur donne les noms de fibrinates, gélatinates, albuminates de fer, de zinc, etc.

Thwaites, en Angleterre, a proposé de conserver les pièces anatomiques ou celles qui sont destinées au microscope (algues, etc.) avec : Eau distillée 14 grammes ; alcool 1 gramme. On sature ensuite ce liquide avec la créosote. Après avoir agité le mélange, on l'abandonne pendant quelques jours. On filtre enfin au papier ou à travers de la craie lévigée.

Le liquide très-employé de Goadby (*the conserving liquor*) est ainsi produit :

Sel de cuisine	120	grammes.	
Alun.	60	—	
Sublimé corrosif.	0,2	—	
Eau bouillante.	2,500	—	ou 2lit. 1/2

Le Dr Vulpian a employé le perchlorure de fer pour conserver et durcir les pièces du système nerveux. Ces trois dernières recettes sont empruntées au livre de M. le Dr Robin, *Microscopie,* 1870.

« ... Il paraît que M. Robin est parvenu à prévenir la putréfaction des substances animales au moyen de l'hydrogène sulfuré en solution dans l'eau ; mais nous ne trouvons aucun détail sur l'emploi de ce moyen. » (*Annuaire* de Milon et Reiset, 1847).

Conservation du sang.

Beaucoup de procédés ont été imaginés pour conserver le sang ; on fait varier seulement les ingrédients conservateurs, suivant la destination réservée au sang. Si le sang est destiné à la fumure des terres, on peut le coaguler par la chaleur et le dessécher ensuite sur des claies, dans des étuves où circule librement la fumée et sa créosote conservatrice (procédé de l'abattoir d'Aubervilliers). La même usine

applique aussi ce moyen à la dessiccation et à la conservation des chairs des chevaux, pour engrais.

On fait encore servir à la coagulation et à la conservation du sang les acides minéraux. (Procédé brev. Chevalier, 1853.) Parmi les nombreux procédés indiqués par l'auteur, je note seulement les deux suivants :

Sang liquide.	250 kil.
Acide sulfurique.	10

D'autre part, il emploie aussi quelques matières absorbantes :

Sang liquide.	500 kil.
Cendres de bois.	750

Si le sang doit être conservé pendant quelque temps à l'état liquide pour servir à la défécation des sucres, par exemple, on *mute* préalablement les tonneaux, c'est-à-dire qu'on les remplit d'une atmosphère d'acide sulfureux. Le sulfite de soude paraît d'ailleurs remplir le même but.

Ou bien encore le sang peut être conservé frais, en le recouvrant d'une couche d'huile. (Toursel, 1829.)

CHAPITRE III

Cuirs : Tannage, — Aluminage, — Peaux immergées dans le nitrate de mercure.

Personne n'ignore la grande putrescibilité des peaux. La combinaison du tanin avec les matières gélatineuses et albumineuses, rendues par là imputrescibles, est connue depuis l'antiquité la plus reculée. On trouve encore de nos jours des peaux tannées qui remontent au temps de la vieille Rome.

Sans décrire ici toutes les opérations qui constituent la tannerie et la mégisserie, je puis dire à l'égard du tannage : que les peaux séjournent dans un lait de chaux; qu'elles sont ensuite épilées et soigneusement lavées; qu'enfin elles sont enfouies dans des cuves avec du tan concassé. On met une couche de tan, puis une couche de peaux, et ainsi alternativement par strates jusqu'à ce que la cuve soit pleine. On fait alors arriver dans la cuve une dissolution tannique qui pénètre les peaux et s'enrichit en dissolvant le tanin contenu dans le tan interposé.

Le tan est l'écorce du chêne. Lorsque la décortication de l'arbre a lieu au printemps, le tan contient environ 6 pour 100 de tanin; mais seulement 4 pour 100, lorsqu'il est dépourvu de séve, à la fin de l'automne. La noix de galle contient à peu près la moitié de son poids de tanin.

La *mégisserie* traite les peaux par du chlorure d'aluminium, en vue de leur conserver la souplesse (gants, etc.) que le tanin détruit. Après avoir fait passer les peaux au lait de chaux, on les lave, etc. La dernière et principale opération consiste à les plonger dans un bain chaud formé par une dissolution de 600 à 900 grammes d'alun et de 150 à 200 grammes de sel marin pour une peau de mouton. Voir l'action des sels d'alumine sur les bois, sur les viandes comestibles.

Les peaux indigènes sont à l'état vert, c'est-à-dire à l'état naturel; mais quelques-unes sont salées et d'autres desséchées. Ces dernières

surtout nous arrivent des régions lointaines, La préparation subie par ces peaux étrangères ne consiste pas, comme on le croit généralement, en une salaison pure et simple. M. J. Girardin a analysé, en 1865, « une pâte arsenicale qui est employée à Buenos-Ayres pour la conservation des peaux. » On préserve de la corruption et de l'attaque des insectes ces peaux expédiées en Europe, en les immergeant, pendant qu'elles sont fraîches, dans des cuves qui contiennent 257 litres d'eau pour chaque kilogramme d'une pâte ainsi composée :

	Pâte humide telle qu'elle est vendue.	Pâte desséchée à + 100°.
Eau.	20.45	
Acide arsénieux.	70.82	89.00
Sulfate de soude.	3.60	3.77
Chlorure de sodium.	1.75	2.19
Argile ferrugineuse, avec carbonate de chaux et matières organiques.	3.38	5.04
	100.00	100.00

Les peaux de lièvre, de lapin, sont conservées au moyen du nitrate de mercure. A cet effet, les peaux sont trempées dans une solution de ce sel, puis abandonnées à la dessiccation.

CHAPITRE IV

Conservation des étoffes de laine, de coton; des plumes, des poils, etc.

Les microzoaires ne font guère élection de domicile parmi les tissus de coton, privés d'azote ; ils choisissent les composés azotés (laines, plumes, poils) qu'ils envahissent bientôt. Mais les microphytes se portent même sur les tissus de chanvre ou de coton et, pourvu que l'humidité soit suffisante, ils s'y développent. Chacun sait que le coton très-humide sert d'aliment et de support à des végétations cryptogamiques, et qu'il s'en dégage lentement alors de l'acide carbonique. La conservation des tissus de coton, de chanvre, la conservation du papier formé par ces fibres se trouve assurée pendant fort longtemps, pourvu que l'humidité ne surabonde pas. On n'a pas déterminé exactement la proportion d'humidité qui suffit à cette altération. Assurément le papier ou le linge tout à fait secs seraient inaltérables; il a été souvent répété que l'eau était un élément favorable et indispensable aux décompositions organiques, parce qu'elle était indispensable aux reconstitutions organiques. La sécheresse absolue n'est pas même nécessaire; une sécheresse moyenne suffit à assurer, pendant quelques siècles, la conservation des tissus formés de fibres végétales. Ainsi, le papier chargé de 5 à 6 pour 100 d'humidité résiste ; s'il a 12 ou 15 pour 100 d'humidité, il est rapidement détruit.

Les tissus azotés (laines, plumes, poils) sont promptement la proie de toute espèce de microzoaires. La dose d'humidité, qui garantit le coton contre les atteintes des végétaux parasites, ne suffit pas à préserver les matières azotées des attaques des animaux rudimentaires.

La laine, les poils, les plumes, lorsqu'ils sont à l'état brut, se trouvent chargés d'œufs d'insectes, à peu près comme le foin mûr des prairies est chargé d'œufs de mouches : donc, la conservation de ces objets bruts est fort difficile. C'est pour prévenir ces invasions ani-

males que nous avons vu Pline signaler l'usage des huiles essentielles, empyreumatiques, pour tuer ces animalcules daus leurs germes. D'ailleurs les lavages, les lessives, puis la teinture subis par les tissus, sont des causes très-efficaces de conservation. Aussi, une étoffe de laine soumise à ces préparations diverses, peut être conservée pendant longtemps, sans inconvénient, pourvu qu'un excès d'humidité n'intervienne pas. Mais une grande humidité appelle les germes colportés par l'air, les animalcules se fixent, et la désagrégation commence pour subvenir à leur développement.

Indépendamment des conditions ci-dessus rappelées, on peut encore assurer la conservation des tissus de laine, des plumes, etc., en provoquant, dans les pièces closes qui les renferment, la volatilisation du camphre, des résines, ou l'évaporation de l'essence de térébenthine, etc. Il n'y a pas ici, comme on voit, d'innovation ; c'est tout simplement la reproduction des antiques méthodes.

Les vapeurs d'acide sulfureux, d'acide chlorhydrique, les vapeurs d'iode, de chlore, pourraient être utilisées ; mais ces réactifs énergiques ne sont pas sans action sur les tissus eux-mêmes et sur les matières colorantes dont ils sont pénétrés. Les vapeurs d'acide phénique n'ont pas cette fâcheuse influence, et paraissent bien préférables ; mais les objets chargés de ces émanations en sont difficilement dépouillés.

Je n'ai pas épuisé sans doute la longue liste des substances dont la conservation nous intéresse. Les matières omises sont moins importantes; elles ont, en outre, des analogies avec celles qui ont été indiquées. On peut donc leur faire subir les préparations décrites, en les modifiant suivant les circonstances; les principes énoncés au cours de ce traité serviront de guide.

CHAPITRE V

Nouvelles recherches relatives à l'action conservatrice exercée par les sels divers sur les matières organiques : résistance que les sels opposent à la fermentation. — Observations de M. Pienkowski. — Mémoire de M. Dumas sur la fermentation alcoolique : action des sels sur la levûre. — Expériences de MM. Rabuteau et Papillon ; de M. Petit.

Les renseignements qui suivent me paraissent de nature à favoriser les recherches et les applications des agents antiseptiques : c'est un réservoir commun où chacun peut puiser des indications. Les travaux récents et de valeur diverse que je vais ici résumer, s'appliquent aux matières organiques imbibées de différents sels, sans égard à l'action toxique qu'ils pourraient présenter : l'unique but est de constater la résistance que certains sels permettent d'opposer à l'action septique et à la fermentation alcoolique.

L'un des premiers documents, ayant quelque étendue et accusant des investigations suivies sur *le pouvoir conservateur des diverses matières salines*, me paraît dû à M. Pienkowski, de Gand. L'auteur prend tous les sels, même les plus vénéneux ; il les met en contact avec des fragments de viande (chaque fragment de bœuf cru : 50 grammes), et il attend l'action produite, notant les phénomènes qui apparaissent. Chacun des morceaux de chair musculaire, mis à part dans un verre, était saupoudré avec l'énorme proportion de dix grammes des corps salins suivants. Tous ces verres avaient été placés dans un lieu humide dont la température oscillait entre 10° et 12°. J'ai tenté de résumer les résultats de ces patientes observations. Il convient de dire tout de suite que les conditions mêmes dans lesquelles ces expériences paraissent avoir été accomplies ne sont peut-être pas de nature à permettre des conclusions rigoureuses et absolues. Ainsi, parmi les sels ci-après dénommés, les uns comportent une grande quantité d'eau de cristallisation ; d'autres, au contraire, contiennent ce corps inerte en quantité insignifiante. Malgré le témoignage de la balance, on peut dire que la dose des matières agis-

santes est essentiellement variable ici. En outre, l'auteur aurait dû dire quelle était la surface de ces fragments de viande dont il précise seulement le poids; il n'est pas indifférent que la poudre saline et conservatrice recouvre un petit cube de viande de 50 grammes, ou une tranche très-mince, très-étendue, ayant le même poids; dans ce dernier cas, la pénétration est plus facile et la conservation mieux assurée. Un même sel agissant sur deux fragments musculaires de même poids pourrait donc offrir des résultats très-différents. Nonobstant ces remarques, je produis le résumé suivant, qui peut être utilement consulté, et dans lequel j'ai essayé de condenser les observations de l'auteur. Voir au surplus la Note même de M. Pienkowski [1].

Agents dont l'action antiseptique paraît peu sensible. Au bout de huit jours, viandes altérées; néanmoins, après trente jours, on n'y découvre encore que des spores mycodermiques, sans trace d'infusoires :

Alun de potasse.
Alun de soude.
Chlorure de baryum.
Acétate de manganèse.
Acide arsénieux.

Sels qui n'ont pas empêché l'invasion des animalcules (des genres *monas* et *vibrio*):

Sulfate de soude.	Phosphate de soude.
— de potasse.	Oxalate d'ammoniaque.
— d'ammoniaque.	— de soude.

Sels qui ont permis à la fois l'invasion des mycodermes et des infusoires:

Chlorate de potasse.	Nitrate de baryte.
Sulfate de magnésie.	Sulfite (?) de soude.
— d'alumine.	Hypo-sulfite de soude.
Nitrate de strontiane.	Nitrate d'ammoniaque.

[1] Le travail de M. Pienkowski ne m'est connu que par l'extrait publié par le *Technologiste*, t. XXVII, p. 195, année 1866; c'est donc à cet extrait que se rapportent mes remarques, ne sachant pas si le mémoire original a prévu et vaincu les difficultés signalées.

Les agents suivants jouissent d'une propriété antiseptique bien marquée :

Phosphate d'ammoniaque. Arséniate de soude. Nitrate de chaux. Acide tartrique.	Les fragments de viande finissent par se couvrir de moisissures.
Chlorure de potassium. Carbonate de potasse. — de soude. Chromate de potasse.	Les fragments de viande sont envahis par les infusoires.
Nitrate de soude. — de potasse. Phosphate de potasse.	La viande est envahie à la fois par les mycodermes et les infusoires.

Sels et acides énergiquement antiseptiques (au bout d'un mois, les viandes qui en étaient imprégnées n'offraient encore ni mycodermes ni infusoires ; mais, après cinq ou six mois, plusieurs de ces échantillons subirent la décomposition) :

Acétate de soude.
— de potasse.
— de baryte.
— d'ammoniaque.
— de chaux.
— de plomb.
Chlorure de sodium.
— de calcium.
— d'étain.
— de cuivre.
— de manganèse.
— de zinc.
Bichlorure de mercure.
Chlorhydrate d'ammoniaque.
Nitrate d'aniline.
— de plomb.
Sulfate de cuivre.
— de zinc.
— de fer.
Sulfite de potasse.
Bichromate de potasse.
Acide acétique.
Acide phénique.

Sels et acides qui ont présenté la plus grande résistance à l'action septique (au bout de six mois, les échantillons de viande étaient restés intacts) :

Acétate d'ammoniaque.
— de baryte.
— de plomb (neutre).
Chlorure de calcium.
— de cuivre.
— de mercure.
Sulfate de cuivre.
Nitrate d'aniline.
Bichromate de potasse.
Acide acétique.
Acide phénique.

La note du *Technologiste* se termine par ces observations :

« Finalement, au bout de six mois d'expériences, on n'a trouvé que onze échantillons complétement intacts; ils avaient été préparés avec les composés suivants : *acétate d'ammoniaque, acétate de baryte, chlorure de calcium, chlorure de cuivre, chlorure de mercure, sulfate de cuivre, acétate neutre de plomb, nitrate d'aniline, acide phénique, acide acétique, bichromate de potasse.* Les propriétés antiseptiques des trois premiers composés, celles de l'acétate d'ammoniaque surtout, sont très-remarquables, parce que ces composés ne dénaturent pas sensiblement l'aspect naturel de la viande, comme cela arrive dans beaucoup d'autres cas, par exemple lorsqu'on fait usage de sels de cuivre, de mercure, etc.

« Si les expériences, dont nous venons de présenter les résultats, au lieu d'avoir été faites dans une chambre chaude et humide, avaient été entreprises dans un endroit sec et aéré, il est probable que les faits observés auraient été très-différents, attendu que, dans ce dernier cas, les produits se conservent beaucoup mieux.

« M. Pienkowski fait aussi remarquer que dans d'autres expériences il a constaté ce fait que les viandes salées à l'acétate de soude se dessèchent facilement, conservent une odeur très-agréable et sont plus faciles à dessaler que les viandes imprégnées de chlorure de sodium. » Cette constatation est tout à fait favorable à l'application conseillée ci-devant par M. Sacc.

Un savant et lumineux travail de M. Dumas a été présenté à l'Académie des sciences, le 5 août 1872, sous ce titre : *Recherches sur la fermentation alcoolique.* Au cours de ce mémoire, que j'ai déjà eu l'occasion de signaler dans la *première partie* de ce Traité, le savant chimiste recherche quelle est l'action des divers sels sur la levûre de bière. Par voie d'induction, en nous aidant des connaissances déjà acquises sur les ferments et les germes, nous pouvons prévoir que l'obstacle à l'action de la levûre, et par conséquent aux fermentations, sera le plus souvent aussi un obstacle aux décompositions organiques. L'éminent auteur met en présence de la levûre de bière, noyée dans une liqueur sucrée, divers sels qu'il a rangés en quatre catégories, suivant la résistance qu'ils opposent à l'activité du ferment.

TABLEAU *de l'action qu'exerce la levûre de bière sur la dissolution de sucre candi, après trois jours de contact avec des dissolutions saturées des sels suivants :*

1° FERMENTATION TOTALE DU SUCRE, plus ou moins rapide.	2° FERMENTATION PARTIELLE DU SUCRE, plus ou moins ralentie.	3° INTERVERSION plus ou moins avancée du sucre, sans fermentation.	4° NI INTERVERSION, ni fermentation.
Sulfate de potasse. Chlorure de potassium. Phosphate de potasse. Sulfovinate de potasse. Sulfate de soude. Bisulfite de soude. Pyrophosphate de soude. Lactate de soude. Sulfométhylate de potasse. Hyposulfate de potasse. Hyposulfite de potasse. Formiate de potasse. Tartrate de potasse. Bitartrate de potasse. Sulfocyanure de potassium. Cyanoferrure de potassium. Cyanoferride de potassium. Phosphate de soude. Phosphate d'ammoniaque. Sulfate de magnésie. Chlorure de calcium. Phosphate de chaux. Sulfate de chaux. Chlorure de strontium. Alun. Sulfate de zinc. Sulfate de cuivre au $\frac{1}{40000}$ (1).	Bisulfite de potasse. Nitrate de potasse. Butyrate de potasse. Iodure de potassium. Arséniate de potasse. Sulfite de soude. Hyposulfite de soude. Hyposulfite de potasse. Borax. Savon blanc. Nitrate d'ammoniaque. Tartrate d'ammoniaque. Sel de seignette. Chlorure de barium. Protosulfate de fer $\frac{1}{350}$ Protosulfate de manganèse $\frac{1}{350}$	Azotite de potasse. Chromate de potasse. Bichromate de potasse. Nitrate de soude. Sel marin. Acétate de soude. Sel ammoniac. Cyanure de mercure.	Acétate de potasse. Cyanure de potassium. Monosulfure de sodium.

MM. Rabuteau et Papillon ont fait des « recherches sur les propriétés antifermentescibles et l'action physiologique du silicate de soude », recherches soumises à l'Académie des sciences (t. LXXV p. 755). Mêlant ce sel alcalin à l'urine, au lait, aux amandes douces et amères,

1 $\frac{1}{2000}$ de sulfate de cuivre a détruit la propriété agissante de la levûre; mais à la dose de $\frac{1}{40000}$ cette propriété agissante de la levûre ne paraît pas troublée.

les auteurs sont arrivés à cette conclusion : que le silicate de soude, employé en doses suffisantes, empêche toute manifestation des agents divers de la fermentation et de la putridité. « L'action de ce sel est donc entièrement comparable à celle du borax ; seulement, elle est plus énergique, ainsi que nous l'avons reconnu dans quelques expériences comparatives ; par exemple, il faut moins de silicate que de borate pour empêcher la fermentation de l'urine..... La méthode nouvelle, à laquelle M. Dumas vient d'attacher son nom, nous voulons dire l'étude systématique des composés qui agissent sur la vie des ferments, sans compromettre gravement celle des organismes élevés, paraît pleine d'avenir pour la physiologie et la thérapeutique. Dès aujourd'hui, on comprend l'effet du borax employé depuis longtemps dans certaines affections, telles que le muguet, et l'on est en droit de signaler aux praticiens les propriétés du silicate de soude comme probablement efficaces, à des degrés divers, contre les maladies parasitaires, infectieuses, virulentes, putrides, etc. ; il serait téméraire d'affirmer que ces sels triompheront d'aussi redoutables états ; mais c'est du moins une conjecture plausible et rationnelle qu'il convient de soumettre, sans tarder, à l'épreuve des faits ».

Poursuivant ces recherches, les mêmes auteurs signalèrent de nouveau à l'Académie l'antisepticité du silicate de soude. Une très-faible dose de ce sel, introduite dans le sang défibriné, retarde de huit jours sa décomposition. La même solution de silicate de soude dissout les vibrions et les bactéries (*Compt. rend.*, t. LXXV, p. 1030).

M. A. Petit, après avoir fait remarquer, dans une note lue à la séance de l'Académie des sciences, 14 octobre 1872, l'importance, au point de vue médical, des récentes communications de M. Dumas, de MM. Rabuteau et Papillon, sur le borate de soude et le silicate de soude, fait connaître les expériences entreprises, de son côté, sur les substances antifermentescibles : « Les liquides sur lesquels j'opère contiennent 50 grammes de sucre de cannes par litre, et la quantité de ferment (0gr,50 de levûre de Hollande pour 10 cent. cub.) est suffisante pour établir, en quelques minutes, une fermentation régulière. C'est à ce mélange que j'ajoute les sels, pour étudier leur action sur la fermentation.

« En opérant dans ces conditions, le silicate et surtout le borate

de soude ne m'ont pas paru doués de propriétés antifermentescibles particulières. Avec une solution à 1 pour 100 de silicate de soude, le liquide s'est coloré en jaune par suite de l'action sur la levûre de l'alcalinité du silicate; il a fallu une heure pour que la fermentation s'établît; mais, une fois commencée, elle a été rapide et très-régulière. Quant à la solution de 1 pour 100 de borate de soude, elle a fermenté aussi rapidement que la liqueur sucrée non additionnée. »

Il ne m'appartient pas de juger ces résultats contradictoires. Faute d'éléments d'application, je livre donc ces documents au lecteur, en faisant remarquer toutefois qu'une certaine action antifermentescible du borate de soude a été constatée par l'éminent observateur, M. Dumas. La propriété dissolvante exercée par l'un de ces sels alcalins sur la levûre, ne tendrait-elle pas à rendre probable son activité antifermentescible?

Suivant M. Petit, « les corps qui ont paru les plus antifermentescibles sont : le *bichlorure de mercure;* une solution de 1 pour 100 de sublimé corrosif, agitée avec la levûre, ne donne plus de précipité par l'hydrogène sulfuré, ce métal s'est combiné avec l'albumine. *L'oxyde de mercure* à dose moindre est doué d'une action encore plus énergique. Dans un tube en pleine fermentation, il suffit d'introduire $\frac{1}{2}$ pour 100 d'oxyde jaune, pour la voir s'arrêter instantanément. » (*Compt. rend. de l'Acad.*, t. LXXV, p. 881). Voir, dans la 2e partie, *Doc.* n° 45, l'indication fournie par Laubert.

Je n'aurais pas voulu terminer ce Traité sans produire ces enseignements tout récents; ils ne font que révéler sans doute les premiers rudiments d'une étude qui a devant elle de larges horizons; mais les questions les plus élevées de l'hygiène publique, comme aussi les problèmes, incomplétement élucidés encore, qui touchent à la conservation des matières organiques, sont intéressés à ces fécondes recherches.

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRES

TABLE DES MATIÈRES

Pages.

CONSIDÉRATIONS PRÉLIMINAIRES. v

PREMIÈRE PARTIE.

HISTORIQUE. — DÉCOMPOSITION ET CONSERVATION DES MATIÈRES ORGANIQUES.

CHAPITRE PREMIER.

Altération des matières organiques et moyens employés dans l'antiquité pour la combattre. — *Au point de vue général :* inhumation, crémation. — Emploi des bois résineux, des huiles parfumées. — Conservation des cadavres chez les peuples anciens (Éthiopiens, Égyptiens, etc.). — *Au point de vue domestique :* conservation des vins, des aliments, des bois, des laines, à l'aide du sel, de l'alun, du tanin, de la cire, de l'huile, du goudron, de la poix, de la fumée, du soufre. 3

CHAPITRE II.

Suite de la même étude. — Période hermétique ou alchimique (du XIIIe au XVIIe siècle). — Causes auxquelles sont attribuées la putréfaction, les maladies épidémiques. — Vincent de Beauvais, etc. — Becher, analyse de ses recherches, l'esprit balsamique du sang, l'archée. — L'air contient de petits œufs; il est la matrice commune des êtres. — Antisepticité du froid et du sulfate de fer. — Van Helmont et Stahl; les ferments; l'action de l'air dans les décompositions. — Action conservatrice du soufre, de la résine et du sel. — Antisepticité du feu, de la poudre à canon, du vinaigre, du vitriol (acide sulfurique). — Antidote de Mithridate. — Pilules *de tribus.* — Action préservatrice des émanations putrides (!). — Effluves animés de Lancisi. — Action du mercure et des sels mercuriels. — Bichlorure de mercure conseillé par Homberg pour la conservation des bois. . 21

CHAPITRE III.

Recherches dues à la chimie naissante. — Phénomènes qui accompagnent la décomposition organique. — Alcalinité ou acidité des effluves? — Méphitisme, virus contagieux; hypothèses émises. — Théories du septon, de l'acide septique, du courant ammoniacal, de la surazotation. — Critiques produites par Carradori.

Pages.

— Les antiseptiques signalés par de Boissieu, Bordenave, Guyton de Morveau (sels mercuriels, de cuivre, de plomb, de fer, etc.). — Effluves palustres fixés par Moscati. 40

CHAPITRE IV.

Étude de chimie contemporaine. — Causes de la décomposition des matières organiques : action de l'air et de ses germes, de l'eau, de la chaleur. — Ferments et fermentations. — Les théories récentes. — Panspermie. — Hétérogénie. — Hémi-organisme. 54

CHAPITRE V.

Étude de chimie contemporaine (suite). — Intervention des parasites dans les décompositions organiques. — Structure végétale. — Composition chimique. — Cellulose soudée par matière pectique. — Matière incrustante. — Substances protéiques; leur rôle prépondérant. — Décomposition des tissus herbacés; terreau, humus, nitrification. — Pourriture sèche; analyses. — Action des champignons (*mucédinées*). — Action des larves (*xylophages*). — Termites, tarets. — Décomposition des matières animales; acarus. Les infiniment petits; mesure de leurs forces. — Revue sommaire des phénomènes et des ravages dus aux microphytes et aux microzoaires ; leur présence dans les miasmes contagieux (?). 67

CHAPITRE VI.

Liste des principales substances employées à la conservation des matières organiques dans l'antiquité, le moyen âge et jusque vers 1800. 89

DEUXIÈME PARTIE.

1re section.

PRINCIPES GÉNÉRAUX DE CONSERVATION DES MATIÈRES ORGANIQUES ET APPLICATION DES PRINCIPES A LA CONSERVATION DES BOIS.

CHAPITRE PREMIER.

Statistique : surface occupée par les forêts en France et dans diverses contrées. — Production et consommation des bois. — Traverses des voies ferrées et poteaux télégraphiques. — Formation de l'aubier, du duramen. — Sécrétion des matières conservatrices dans l'écorce. — Densité apparente et densité réelle des diverses essences de bois. — Coupe et emmagasinage des bois. 93

CHAPITRE II.

Bois enduits. – Premières tentatives de pénétration des bois par les liquides colorants et parfumés. — Expériences physiologiques de Magnol, de la Baisse, de Hales, de Bonnet, de Duhamel du Monceau, de Saussure (sulfate de cuivre). — Action exercée par les agents antiseptiques sur la séve : sels métalliques, torréfaction,

Pages.

sel marin, acides, alcalis, essences, corps gras et résineux. — Action funeste produite par les acides et les bases alcalines sur le tissu ligneux. — Influence des milieux. — Théorie de la conservation. 102

CHAPITRE III.

Résumé des tentatives faites pour la conservation des bois en Angleterre, en Hollande, en France, en Suède, en Amérique, en Russie. — Activité de la période 1830-1840. — Résultats acquis. — Indication de la voie ouverte aux nouvelles recherches. 120

CHAPITRE IV.

Procédés qui permettent de faire pénétrer les agents antiseptiques dans les bois. — Agents antiseptiques actuellement employés (sulfate de cuivre, chlorure de zinc, créosote; action des sels de fer mêlés aux sels de cuivre). — Choix des agents antiseptiques, suivant les milieux dans lesquels ils sont plongés. — Substances antiseptiques signalées par M. Payen; omissions. 129

CHAPITRE V.

Bois à la mer. — Taret; description de ce mollusque. — Les sels de fer, de zinc, de cuivre, de mercure, ne paraissent pas persister dans les bois à la mer. — Action plus efficace du goudron et des huiles créosotées. — Résumé des expériences entreprises à ce sujet. 137

CHAPITRE VI.

Démétallisation et décréosotage des bois. — Recherche des causes qui dispersent les agents antiseptiques et limitent la durée de leur action. — Influences exercées sur les agents conservateurs par l'eau, — l'eau de mer, — la terre, — l'air. . . 142

CHAPITRE VII.

Tableau synoptique des moyens proposés, depuis l'an 1700, pour la conservation des bois. 152

DEUXIÈME PARTIE.

2e section.

CONSERVATION DES BOIS.

DOCUMENTS ET REMARQUES, PAR ORDRE CHRONOLOGIQUE, DEPUIS 1700 JUSQU'A NOS JOURS.

CHAPITRE PREMIER.

(*Période de* 1700—1800.)

Procédés proposés pour la conservation des bois. Essais tentés en France, en Angleterre, en Allemagne, en Hollande, en Russie et en Amérique. — La plus impor-

Pages.

tante découverte (imprégnation par un sel mercuriel) est faite en France par Homberg et passe inaperçue (1705). — Parmi les substances essayées, les unes sont acides (acide pyroligneux employé par Reed, Hales); les autres sont alcalines (chaux vive par White); plusieurs sels neutres sont appliqués, tels que l'alun, le sulfate de fer (moyens proposés par Fagot, Jackson, Acrel). Le sulfate de fer est signalé pour la première fois comme réactif propre à produire un dépôt dans le bois par voie de double décomposition (Pallas). — Le sulfure de fer, ou plutôt le sulfate acide de fer, accompagné d'acide arsénieux, sert à imprégner le bois (Constable). — On utilise l'huile (Hales, Procédé américain). — Bois plongé dans le goudron chauffé. — Emploi de la vapeur d'eau. — Application renouvelée du sel marin (Acrel, Wolmeister).

En exceptant la très-remarquable indication fournie par Homberg (bichlorure de mercure) et aussi les renseignements pratiques donnés par Salberg, on peut dire que cette période séculaire est livrée aux tâtonnements, aux insuccès; pas de guide, aucun principe. Les bois étaient superficiellement imprégnés des substances antiseptiques. Aucune indication vraiment pratique pour faire pénétrer dans les bois les agents auxquels on attribue une vertu conservatrice. Cependant Migneron fait bouillir les bois dans des liquides appropriés, et Jackson pertuise les bois pour favoriser la pénétration. 167

CHAPITRE II.

(*Période de* 1801—1810.)

Procédé remarquable de Mackonochie, qui faisait servir les vapeurs résineuses à la pénétration et à la conservation des bois. — Carbonisation superficielle des bois par l'Amirauté anglaise. — Quelques moyens de coloration des bois, etc. 175

CHAPITRE III.

(*Période de* 1811—1820.)

L'industrie s'applique activement à résoudre le problème de la conservation des bois; les tentatives deviennent plus multipliées et plus sûres. — Lukin reproduit, en Angleterre, les expériences de Mackonochie. — Le baron Champy, en France, parvient à conserver le bois, en introduisant dans le tissu ligneux du suif chauffé. — Les goudrons restent néanmoins les agents conservateurs préférés. — On emploie quelques sels métalliques et notamment le pyrolignite de plomb dont on précipite l'oxyde dans le bois au moyen de liqueurs alcalines. — Emploi renouvelé du sulfate de fer, de l'eau de mer, de la chaux vive. — Dagneau propose un extrait de plantes amères mêlé au goudron. 180

CHAPITRE IV.

(*Période de* 1821—1830.)

La tendance à trouver des moyens de conservation s'accuse bien davantage encore durant cette période. — Kyan conserve le bois au moyen du sublimé corrosif. — Le goudron seul ou mélangé, froid ou chauffé, et même sous forme de vapeurs, reste toujours l'agent préféré. — Fuchs rend le bois incombustible au moyen du verre soluble. — Newmann signale l'emploi de la vapeur d'eau pour laver les fibres du bois et emporter la séve. — Reybert traite les bois par l'eau et sa vapeur, puis par la dessiccation au four. — On propose l'usage des sels de cuivre, de l'huile

Pages.

de lin litnargyrée, et aussi le dépôt de substances solides dans les fibres du bois au moyen des doubles décompositions salines. — Knowles publie la liste de toutes les substances proposées pour la conservation des bois, et Hartig entreprend des expériences comparatives avec plusieurs de ces substances. 187

CHAPITRE V.

(*Période de* 1831—1840.)

Pendant cette période très-active, les améliorations les plus importantes sont produites; le travail des périodes ultérieures ne paraît apporter que des modifications ou des améliorations. — Bréant parvient à faire pénétrer profondément dans le bois le sulfate de fer, l'huile de lin, etc., sous l'influence de sa machine agissant par compression énergique, après que le vide a été opéré. — Bethell modifie l'appareil de Bréant et rend la conservation des bois tout à fait industrielle. — Le Dr Boucherie détermine l'introduction des substances conservatrices dans les bois, en utilisant la force de succion des plantes encore munies de leurs feuilles; puis, il substitue à la succion le simple déplacement de la séve par les liqueurs antiseptiques. — Moll fait pénétrer, sous forme de vapeurs, l'eupione et la créosote dans les fibres du bois. — L'injection des sels de cuivre commence à être pratiquée. — Application des sels et du chlorure de zinc. — M. le professeur Melsens, en Belgique, se livre à l'étude de l'action conservatrice exercée sur les bois par le goudron bouillant. 201

CHAPITRE VI.

(*Période de* 1841—1850.)

L'étude de la conservation des matières organiques devient plus générale, en raison des grands résultats obtenus durant la période précédente. — Payn provoque un dépôt de soufre ou d'un sulfure dans le bois; Margary recommande et emploie le sulfate de cuivre; Burkes, le verre soluble et le sulfate de fer; De Saint, les oléates métalliques, etc. — Violette propose, ainsi que Thomas et Laurens, l'emploi de la vapeur d'eau surchauffée pour dessécher et carboniser le bois.— Renard-Perrin et Testud de Beauregard colorent les bois et aspirent les liqueurs colorantes au moyen de ventouses. — De Gemini injecte dans les bois des sels métalliques, puis des liquides bitumineux ou goudronneux.. 241

CHAPITRE VII.

(*Période de* 1851—1860).

Les innovations, moins nombreuses durant cette période, offrent néanmoins un véritable intérêt aux points de vue industriel et scientifique. — Une machine injectante en cuivre, très-heureusement organisée, rend de grands services à l'exploitation des chemins de fer. — La pénétration des agents antiseptiques dans les bois est mieux étudiée. — Rapports de MM. les ingénieurs Richoux, de Hennezel, Vésignié, Ricour. — Tableaux indiquant les proportions du sulfate de cuivre absorbé, suivant les essences de bois. — Moyen de doser les sels cuivriques. — Coût de l'imprégnation. — Dosage des huiles créosotées (Dr Vohl). — Expériences comparatives instituées par une commission hollandaise. — M. l'ingénieur Crépin, en Belgique, soumet à des essais les bois à la mer injectés d'huiles créosotées et de sulfate de cuivre. — On découvre, dans l'antique port de Carthage, des blocs de bois encore bien conservés; analyse en est faite par M. Péligot 276

CHAPITRE VIII.

(*Depuis* 1861.)

Pages.

Les résultats acquis jusqu'ici paraissent suffire aux besoins industriels; l'activité des recherches semble s'atténuer. — Les procédés de carbonisation superficielle, recommandés par M. de Lapparent, sont toutefois l'objet d'applications nombreuses et importantes. — MM. Melsens, Rottier, Petitjean, publient des notes très-intéressantes. — Quelques procédés de conservation sont produits et appliqués durant cette période. 313

TROISIÈME PARTIE.

CONSERVATION DES MATIÈRES ALIMENTAIRES, DES TISSUS, DES CADAVRES, ETC. ET NOUVELLES RECHERCHES SUR L'ANTISEPTICITÉ DES SELS.

CHAPITRE PREMIER.

Production des viandes alimentaires. — Conservation des substances comestibles par les agents *chimiques* et les agents *physiques*; ces derniers préférables. — Privation : 1° d'air et d'oxygène; 2° d'humidité; 3° de chaleur. — Action conservatrice des gaz : fumée, boucanage ou créosotage; acide chlorhydrique; acide sulfureux; oxyde de carbone. — Sels : sel marin et moyens divers de pénétration; nitrate de potasse; acétate de soude; chlorure d'aluminium. — Extrait de viande. . . . 347

CHAPITRE II.

Conservation des cadavres, des pièces anatomiques, du sang, etc. 370

CHAPITRE III.

Cuirs : Tannage. — Aluminage. — Peaux immergées dans le nitrate de mercure. . 378

CHAPITRE IV.

Conservation des étoffes de laine, de coton; des plumes, des poils, etc. 380

CHAPITRE V.

Nouvelles recherches relatives à l'action conservatrice exercée par les sels divers sur les matières organiques : résistance que les sels opposent à la fermentation. — Observations de M. Pienkowski. — Mémoire de M. Dumas sur la fermentation alcoolique : action des sels sur la levûre. — Expériences de MM. Raboteau et Papillon; de M. Petit. 382

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

INDEX

NOMS DES AUTEURS DES PROCÉDÉS DE CONSERVATION

ET

NOMS DES PRINCIPAUX AUTEURS DE PUBLICATIONS A CE SUJET.

INDEX

NOMS DES AUTEURS DES PROCÉDÉS DE CONSERVATION

ET

NOMS DES PRINCIPAUX AUTEURS DE PUBLICATIONS A CE SUJET.

A. *Aliments.* — **B.** *Bois.* — **C.** *Conservation de diverses substances.*

ANNÉES.	NOMS.	OBJETS conservés.	NUMÉROS d'ordre.	PAGES.
1859-1864	Académie hollandaise	B	151 à 160	306
1789	Acrel	B	15	174
1846	Ador	B	113	258
1808	Amirauté anglaise	B	22	178
1860	Armstrong	B	161	311
1837	Annaberg (société d')	B	82	215
1853	Apelt	B	135	278
Vers 1800	Appert	A		352
1838	Ardoin	B	86	234
1839	Aroza	B	89	236
Xe siècle.	Avicenne	A		18
1854	Baist	B	137	281
1852	Balard	C		375
1846	Banner et Venzat	B	108	248
1856	Barlow	B	140	283
1730	Baster	B	2	168
1871	Baudet	A		360
1848	Baudet	B	124	272
1669	Becher	C		25
1852	Benda	B	85	229
1838	Bethell	B	84	224
1824	Bill	B	50	196
1858	Blondin	A		352
1859	Blythe et Dorsett	B	150	304
1870	Bonser et Gamgee	A		360
1837	Boucherie (Dr)	B	83	216
1841	Bourdon	B	95	242
1848	Boutigny et Hutin	B	122	270
1825	Braconnot	C		372
1831	Bréant	B	64	202
1848	Brochard	B	125	272

ANNÉES.	NOMS.	OBJETS conservés.	NUMÉROS d'ordre.	PAGES.
1847	Brochard et Watteen.	B	114	258
1836	Bronner	B	77	213
1835	Brunel.	B	73	209
1844	Burkes.	B	100	243
1838	Burnett.	B	85	228
1847	Busse.	B	115	260
1815	Bowden.	B	30	183
1810	Cadet de Gassicourt.	B	24	179
1818	Callender.	B	31bis	184
1829	Carey.	B	60	200
1840	Carny..	B	92	236
1857	Carthage (bois de).	B	146	301
1867	Cerio.	A		364
1813	Champy (baron).	B	28	182
1815	Chapmann.	B	29	183
1839	Charpentier.	B	88	235
Vers 1800	Chaussier.	C		194-371
	Chemallé.	B		213
1833	Chemnitz (usine de).	B	68	208
1832-1836	Chevalier.	B	67	208
1853	Chevalier.	C		376
1845	Claudot.	B	105bis	246
1865	Cochinchinois (procédé).	B	172	340
1768	Constable.	B	9	170
1812-1822	Cook.	B	26 et 44	182-190
1859	Cormier.	A		354
1824-1847	Cox.	B	48 et 117	195-261
1857-1867	Crepin.	B	147	302
1818	Dagneau	B	32	184
1853	Dering	B	134	278
	Dessiccating Company.	B	136	280
1849	Dickschen.	B	125bis	273
1861	Dingler's journal.	B	165	317
1821	Dinsdale	B	38	187
1859	Dorsett.	B	149	304
1859	Dorsett et Blythe.	B	150	304
1871	Dubrunfaut	A		354
1872	Dumas (de l'Institut)			385
1846	Dupré (Dr).	C		375
1843	Earl.	B	99	243
1770	Encyclopédie économique..	B	10	171
1858	Enduit anglais.	B	148bis	304
1740	Fagot.	B	4	168
	Fastier.	A		353

ANNÉES.	NOMS.	OBJETS conservés.	NUMÉROS d'ordre.	PAGES.
1845	Favrin	B	107	247
1840	Flesselle	B	91	236
1837	Flocton	B	80	215
1851	Fontaine-Moreau	C		375
1852	Fontenau	B	133	278
1852	Fontenay (de)	B	132	278
1862	Forestier (Ingr)	B	169	322
1847	Fournier-Caillot	B	115bis	260
1860	Fragneau	B	161bis	311
1850	François (Ingr)	B	128	274
1825	Fuchs	B	51	196
1863	Fumet-Dejort	B	170	338
1845	Fussey (de) et Pelletier	B	105	245
1837-1841	Gannal	A C		367-373
1870	Gamgee et Bonser	A		360
1848	Gemini (de)	B	118	263
1847	Giberton	B	117bis	262
1659	Glauber	A		31-360
	Goadby	C		376
1828	Gossier	B	57	199
1837	Gotthill	B	81	215
1833	Gouëzon	B	70bis	208
1837	Granville (Dr)	B	78	215
1801	Grasmann	B	18	176
1856	Grasset	B	141	283
1846	Grenon	B	110bis	251
1861	Guibert	B	164	317
1857	Guyon (Dr)	B	146	301
1756	Hales	B	6	168
1825	Hancok	B	53	197
1826	Hartig	B	56	198
1874	Hatzfeld	B	173	341
1856	Haut de Lassus, etc.	B	142	284
1850	Hochgesaugt	B	128bis	275
1705	Homberg	B	1	167
1848	Hoëné-Wronsky	B	120	269
1772	Horlemann	B	11	171
1824	Houston	A		359
1874	Hubert	B		344
1864	Hugon	B	171	339
1848	Hutin et Boutigny	B	122	270
1767	Jackson	B	8	170
1855	Jackson	B	138	282
1855	Jobart	A		351
1854	Jousselin			166

ANNÉES.	NOMS.	OBJETS conservés.	NUMÉROS d'ordre.	PAGES.
1846	Knab	B	110	250
1825	Knowles	B	52	196
1821 (?)	Knowles et Davy	B	39	188
1823	Kyan	B	45	191
1822	Lacroix	B	42	189
1847	Lafollie	B	116bis	261
1809	Landwirthschaftliche	B	23	179
1826	Langton	B	54	197
1862	Lapparent (de)	B	166	318
1814	Laubert	C		194
1853	Le Châtelier	B	136	279
1848	Lecour	B	118bis	267
1857	Légé et Fleury-Pironnet	B	145	288
1847 (?)	Lemaître de Rabodanges	C		375
1857	Lemettais, etc.	A		351
1837	Letellier	B	79	214
1846	Levalley-Duperron	B	109	249
1839	Levien	B	90	236
	Lignac (de)	A		362
1811	Lukin	B	25	180
1824	Luscombe	B	49	195
1830	Mackensie	A		359
1805	Mackonochie	B	19	176
1864	Manès, ingénieur			305
1841	Margary (Loyd)	B	94	241
1830	Marolles (Cte de)	B	61	200
1828	Marsh	B	58	199
	Masson	A		355
1838	Mathias-Mayor	C		373
1848	May	B	121	269
1840-1864	Melsens (professeur)	B	93	237
1844	Mermet	B	102	244
1851	Meyer d'Uslar	B	129	276
1778	Migneron	B	13	174
1847	Millet	B	116	260
1835	Moll	B	75	210
1846	Monicault (de)	B	109bis	249
1835	Monteith	B	74	210
1866	Morgan	A		363
1841	Muenzing	B	97	242
1822	Newmann	B	40	188
1826	Newmarch	B	55	197
1805	Nystrom	B	20	177
1823	Oxfort	B	47	195

ANNÉES.	NOMS.	OBJETS conservés.	NUMÉROS d'ordre.	PAGES.
1779	Pallas	B	14	174
1821	Parkes	B	37	187
1843	Parkes	B	98	243
1820	Pasley	B	34	185
1865	Pasteur (de l'Institut)	A		354
1835	Payen (?)	B	76	212
	Payen			93
1846	Payn	B	111	252
1843	Payn	A		361
1857	Péligot (professeur)	B	146	302
1806	Perkins	B	21	177
1872	Petit	C		387
1846	Petit	B	110ter	252
1861	Petitjean	B	162	313
1818	Philosophical Magazine	B	33	185
1844	Pigné	C		375
1866	Pienkowski	C		382
1850 (?)	Pollack	B	127	273
1841	Pons	B	96	242
1822	Prechlt	B	41	189
1848	Quatrefages (de)	B	119	267
1872	Rabuteau et Papillon	C		386
1818	Raimond	C		372
1845	Ransome	B	104	245
1852	Raspail	C		375
1855	Réal	B	139	282
1833	Recueil industriel	B	71	209
1740	Reed	B	3	168
1866	Redwood	A		352
1846	Renard-Perrin, etc.	B	112	256
1829	Reybert	B	59	199
1862	Robert (de)	B	167	325
	Robin	C		377
1822	Roguin	B	40bis	189
1862	Rottier	B	168	325
Vers 1845	Sacc (Dr)	A		364
1845	Saint (de)	B	103	245
1845-1848	Sainte-Preuve	B	106	246
1772	Salberg	B	12	172
1825	Samson	A		359
1820	Sanderson	B	36	186
1820	Sargent	B	35	185
1824	Schmidt	C		371
1851	Schweppé	B	130	277
1856	Schweppé et Trottier	B	143	286

ANNÉES.	NOMS.	OBJETS conservés.	NUMÉROS d'ordre.	PAGES.
1815	Semple	B	31	184
1845	Silvestri	C		375
1822	Société d'encouragement	B	43	189
	Sloper	A		352
1830	Soubeyran	C		372
1854	Souverain	A		351
1832	Starling-Benson	B	66	207
1831	Stevenson	B	63	201
1848	Stoëckhardt			166
1834	Strutzki	B	72	209
1845	Sucquet	C		375
	Sweeny	A		352
1832	Tauffier	C		373
1861	Technologiste (le)	B	163	316
1873	Tellier	A		356
1846	Testud de Beauregard et Renard-Perrin	B	112	256
1856	Thellier-Verrier	B	144	287
1855	Théroulde	C		376
	Thwaites	C		376
1844	Tissier	B	101	243
1829	Toursel	C		377
1838	Treffy	B	87	235
1846	Venzat et Banner	B	108	248
1854	Verdeil	A		355
1852	Videgrain	B	131	277
1848	Violette	B	123	271
1858	Vohl	B	148	303
	Vulpian (Dr)	C		376
1846	Warington	A		351
1847	Watteen et Brochard	B	114	258
1824	Watterton	B	46	195-371
1847	Wetterstedt	B	117bis	362
1798	White	B	16	175
1798	Wolmeister	B	17	175
Vers 1850	Wright (Dr)	B	126	273

INDEX

DES SUBSTANCES CONSERVATRICES

ET

DES PRINCIPAUX SUJETS SIGNALÉS DANS CE TRAITÉ.

INDEX

DES SUBSTANCES CONSERVATRICES

ET

DES PRINCIPAUX SUJETS SIGNALÉS DANS CE TRAITÉ.

CONSIDÉRATIONS PRÉLIMINAIRES 1

A

ACÉTATES. Voyez *Pyrolignites*.
ACÉTATE d'ammoniaque, 384.
— de baryte, 384.
— de chaux, 384.
— de cuivre, 216.
— de fer, 216.
— de manganèse, 383.
— de plomb, 42, 136, 268, 309, 384; — sous-acétate de plomb uni au chlorure de manganèse, 275.
— de potasse, 384, 386.
— de soude, 364, 384, 386.
— de zinc, 216.
ACIDES végétaux et minéraux, antiseptiques, 42, 44; causes de leur antisepticité, 117; détruisant le ligneux, 118.
ACIDE acétique. — *Voy. vinaigre*,
— arsénieux, 136, 201, 216, 379, 383; — défense de l'appliquer à la conservation des cadavres, 372.
— borique, 276; — avec sulfate de fer, 283.
— gallique, 242. Voy. aussi *Tanin*.
— de goudron, 168, 197. Voy. *Acide pyroligneux*.
— muriatique, 31, 32, 47, 360.
ACIDE phénique, 384; — en vapeurs, 381.
— pyroligneux, 136, 168, 186, 198, 209, 357, 358, 359, 375; — avec chlorhydrate d'ammoniaque, 267.
— septique, 46.
— sulfureux, 10, 18, 32, 377.
— sulfurique, 31, 44, 197, 208, 377.
— tartrique, 384.
ACTIONS exercées par l'eau, l'eau de mer, la terre et l'air, sur les bois injectés, 142.
AIMANT ANIMAL, 26.
AIR et ses germes, panspermie, 57.
ALBUMINOÏDES ou azotées (matières); — proportions de soufre et de phosphore, 112.
ALCALINITÉ ou ACIDITÉ des miasmes, 43.
ALCALIS; — leur action sur les bois, 118.
ALCHIMIE, 20.
ALCOOL, 136.
ALOÈS, 376.
ALUMINEUX (sels), 136. Voy. *Sulfate d'alumine*, etc.
ALUN, 12, 27, 122, 168, 197, 236, 269, 283, 383, 386; — mêlé à l'huile de lin, au sulfate de fer, etc., 197; — uni au pyrolignite de plomb, 185.
AMERS, 13, 31, 136; — amers et goudron, 184.
AMURCA (marc d'huile d'olives), 14.

ANTHROPO-TAXIDERMIE, 373.
ANTIDOTE de Mithridate, 33.
APPAREILS d'injection fixes, 202, 224, 252, 291, etc.
APPAREILS d'injection mobiles, 289, 306, 311, etc.
ARCHÉE, 25.
ARGENT (nitrate d'), 42.
AROMATES, 5, 9, 11, 371
ARSÉNIATE de potasse, 386.
— de soude, 199, 384.
ARSÉNITE de potasse, 216.
ASPHALTE, 249.
AZOTATE de fer, 242.
AZOTITE de potasse, 386.

B

BAUME du Pérou, 43.
BICHLORURE DE MERCURE. Voyez *Sublimé corrosif*.
BITUME et poussière calcaire, etc., 277.
BOIS (conservation des), 93.
BOIS résineux, 5, 340.
BORAX, 386; — borax avec soude et chaux à une température élevée, 275, etc.
BOTRYTIS, 83.
BOUCANAGE, 356.
BRAI, 286.
BUTYRATE de potasse, 386.

C

CAMPHRE, 43, 217, 381.
CAOUTCHOUC dissous dans l'essence de térébenthine et le goudron, 197; — dans huile grasse, 208; — dans le carbure de soufre, 243; — dans le sulfure de carbone, 351.
CARBONATE de baryte, 197.
— de potasse, 197, 384.
— de soude, 197, 384.
CARBONISATION superficielle des bois, 13, 122, 178, 198, 281; — carbonisation superficielle et goudronnage, 239, 246, 271; — carbonisation par les chalumeaux, 318, 339; — dépense occasionnée par la carbonisation superficielle, 320, 324, 339.
CEDRIUM ou cedria, 7, 13, 14.
CENDRES, 182, 377; — lessive, 12.
CHALCITIS, 45.
CHALEUR (action de la), 65 et suiv.
CHARBON DE BOIS, 8, 19, 136; — en combustion, 351; — imprégné d'acide sulfureux, 361; — imprégné d'acide phénique, 360.
CHAUX, 45, 46, 136, 175; — chaux, cendres, etc., 182; — chaux et huile, 199. Voy. aussi *Eau de chaux*.
CHLORE, 51; — pour conserver les cadavres, 372.
CHLORATE de potasse, 383, 386.
CHLORHYDRATE d'ammoniaque, 384, 386.
CHLORURE d'aluminium, 367.
— de baryum, 383, 386.
— de calcium, 384, 386.
— de cuivre, 234, 249, 384; — uni à la soude ou à la chaux, 235.
— d'étain seul ou uni à d'autres substances, 136, 235, 373, 384.
— de fer et sulfate acide d'alumine, 259; — perchlorure de fer et chlorure de zinc, 282; — chlorure de fer et acétate de plomb, 275.
— métalliques, 376, etc.
— de potassium, 383, 386.
— de strontium, 386.

Chlorure de zinc, 136, 227, 228, 250, 274, 278, 282, 283, 375, 384.
Chromate de plomb, 349.
— et bichromate de potasse, 384.
Cire, 12, 16, 197.
Coaltar. Voy. *Goudron minéral.*
Colophane, 179.
Coloration des bois, 171, 177, 179, 256.
Composition chimique des différents bois, 100.
Compression et aspiration des liquides conservateurs, 202.
Conservation des cadavres, 370.
Conservation des bois (tableau synoptique des procédés de), 152.
Conserves alimentaires, 347.
Consommation des bois en France, 94.
Corps gras, 119. Voy. *Huiles*, etc.
Coupe et emmagasinage des bois, 100.
Crémation antique, 4.
Créosotage des viandes alimentaires, 356.
Créosote, 136, 183, 210, 374. Voy. aussi *Huiles de goudron.*
Cuisson, 353.
Cyano-ferrure de potassium, 386.
Cyanure de mercure, 386.
— de potassium, 386.

D

Décomposition des agents antiseptiques dans les bois (par voie de double décomposition), 174, 185, 199, 235, 236, 243, 248, 252, 253, etc.
— organique par entraînement, 56; — par les germes de l'atmosphère, 56, 67.
— végétale; ses produits, 74.
— des bois, 76.
Décréosotage, 147 et *suiv.*
Démétallisation, 142 et *suiv.*
Densité réelle et densité apparente des bois, 98.
Dessiccation des bois, 172, 243, 271, 273, 274, 279, 283; — dans un four, 199, 226, 246, 272, 287; — Dessiccating Company, 280.
— des aliments, 354.
Dosage des huiles créosotées, 303.
— des sels de cuivre, 294.
Durcissement des bois par la chaleur et l'introduction de substances résineuses, etc., 316.

E

Eau (action de l'), 64; — chaude ou bouillante, 185, 189, 197.
— de chaux, 174, 183, 210.
— de mer, 12, 171, 183. Voy. aussi *sel marin.*
— savonneuse, 24, 386.
— vaseuse, 173, 200.
Écorçage des arbres, 124.
Effluves animés, 38.
Encre (pénétrant dans le bois), 107, 108.
Esprit balsamique du sang, 25.
Essence de térébenthine, 381, etc.
Eupione, 210, 213; sa composition chimique, 327.
Expériences de conservation des bois en France, en Angleterre, en Hollande, etc., 120 et *suiv.*
Expériences de Magnol, de la Baisse, Hales, etc., 102 et *suiv.*
Extraits de viande, 368.

F

FER métallique, 344 ; fer métallique et goudron, etc., 273; fer avec huile, 352.
FER (sels de), 42. Voy. *Chlorure, Nitrate, Pyrolignite, Sulfate de fer*, etc.
FERMENT et fermentation, 25, 27, 28, 29, 55, 84.
FEU, 11, 29.
FORMIATE de potasse, 386.
FROID, 27, 356.
FUMARIA, 17.
FUMÉE, 13, 17, 89, 207, 209, 317, 358, 376.

G

GÉLATINE et sel mercuriel, 214; gélatine et sel de fer, 351.
GERMES dans l'atmosphère, 57.
GOMME élastique dans térébenthine et goudron, 197.
GOUDRON végétal et minéral, 123, 182, 209, 227; — chauffé, 169, 196, 237.
Préparations suivantes presque toutes utilisées à une température plus ou moins élevée :
GOUDRON et sable, 277.
— avec huile de poix, 173.
— avec poix, suif et suie, 262.
— mêlé à l'huile de lin, 184.
— mêlé aux huiles de schiste, etc., 259.
— mêlé au suif et à la résine, 187.
— — aux matières grasses, 245.
— — à la graisse, à la chaux, etc., 250.
GOUDRON mêlé à l'huile de lin, à la litharge, 251.
— — à la résine, au soufre, etc., 307.
— — aux pétioles de tabac, 208.
— bouillant avec acide sulfurique ou chlorhydrique, 248.
— traité préalablement par les alcalis, 261.
— chauffé avec fer rouillé et essence, 195.
— mêlé avec essence de térébenthine et caoutchouc, 197.
— mêlé avec essence de térébenthine et sel marin, 215.
— uni au soufre et à la chaux, 260.
— mêlé au sel et au fer métallique, 273.
— introduit par compression dans le bois déjà métallisé, 263 et *suiv.*

H

HÉMI-ORGANISME, 63.
HÉTÉROGÉNIE, 62, 63.
HUILE de cèdre, 7, 12, 13.
HUILE de nard, 15.
HUILES minérales, 14. Voy. *Huiles de goudron.*
HUILES essentielles, 118, 136.
HUILES fixes, 15, 18, 136, 168, 169, 197,

352; — huile de poisson avec résine et soufre, 195; — huile de lin et résine, 203; huile de poisson et résine, 208; — huile de lin avec sulfate de fer, vert-de-gris, etc, 197; huile avec caoutchouc, 208.
HUILE de lin, huile manganésée et soufre, 324.
HUILE lithargyrée, 136, 189; — huile de lin avec litharge, résine et goudron, 209; huile, litharge et blanc de Rouen, 325; — couleur à l'huile, 198.
HUILES de goudron désignées souvent par le nom de *créosote*. — Causes de leur action antiseptique, 134, 135, 330; — leur composition chimique, 327; — traitées d'abord par le chlore, 195; — appliquées aux bois, 202, 226, 302, 309, etc.; — huile ou essence de goudron et pyrolignite de fer, 215; — avec alcalis et sulfate de fer, 303; — avec sulfate de fer ou créosote, 304; — leur dosage, 303; — leur richesse en acide phénique, 328; — recherche de la principale matière conservatrice dans les huiles de goudron, 148, 329; — employées pour les bois à la mer, en Angleterre, 333, en Hollande, 335, en Belgique, 302, 335, en France, 336; — quantités injectées et prix de l'injection, 337; — décréosotage, 147 et *suiv.*
HUILE de poix, 173.
HYPOSULFATE de potasse, 386.
HYPOSULFITE de potasse, 386.
— de soude, 375, 383, 386.

I

ININFLAMMABILITÉ des bois, 171, 196, etc.
INJECTION d'air chaud ou froid à travers les vaisseaux ligneux, 260; — pour en chasser la séve, 283.
IODURE de potassium, 386.

L

LACTATE de soude, 386.
LASER, 18.
LAURIER, 11.
LEVÛRE, 55, 84, 386.
LISTE des substances antiseptiques employées dans l'antiquité, 89.

M

MANGANÈSE (sulfate de), 243, 274; et sels de manganèse, 245, etc.
MARCASSITE ou pyrite arsenicale, 122, 170, 182, 197, 279.
MENTHE, 12, 18.
MERCURE, 36; — sels de mercure sont antiseptiques, 42. Voy. *Sublimé corrosif, Nitrate, Oxyde*, etc.
MIASMES, 81; — sont-ils acides ou alcalins? 43.
MICROPHYTES, MICROZOAIRES; intensité de leur action, 81 et *suiv.*
MIEL, 9.
MOMIES d'Égypte, d'Éthiopie, de Judée, 6 et *suiv.*
MONOSULFURE de sodinm, 295, 386.
MOYENS d'injection (principes), 131.
MYRRHIS, 11.

N

NATRON, 7 ; — avec quartz, 276.
NITRATE d'ammoniaque, 384, 386.
— d'argent, 42.
— de baryte, 383.
— de chaux, 384.
— de cuivre, 268.
— de mercure, 42.
NITRATE de plomb, 42, 375, 384.
— de potasse, 197, 363, 364, 384. 386.
— de soude, 384, 386.
— de strontiane, 383.
NOIX DE GALLE, 12, 42; — sa richesse en tanin, 378.

O

OBSERVATIONS, 166.
OÏDIUM, 84.
OLÉATES métalliques et oléate calcaire, 179, 182, 189, 199, 245, 252, 269, 278, 286, 324.
OXALATE d'ammoniaque, 383.
— de soude, 383.
OXYDES métalliques, 45.
OXYDE de septon, 46.
— rouge de mercure, 194, 388.

P

PANSPERMIE, 57 *et suiv.*
PARAFFINE, 307, 309; — sa composition chimique, 327.
PEAUX préservées par une pâte arsenicale, 379.
PÉBRINE, 83.
PÉNÉTRATION des bois par les liquides colorants et parfumés, 102 et *suiv.*
PERONOSPORA infestans, 83.
PESTES supérieures et inférieures, 23.
PÉTRIFICATION naturelle du bois dans la mer, 302.
PHÉNATE de soude et sulfate de fer, 303.
PHOSPHATE d'ammoniaque, 384, 386.
— de chaux, 386.
— de potasse, 384, 386.
— et pyrophosphate de soude, 383, 386.
PHYLLOXERA, 84.
PILULES *de tribus*, 35.
PLATRE formant enduit, 351.
POIX, 13, 15, 17, 32, 43, 183.
POTASSE, 46, etc.
POUDRE à canon, 30.
POURRITURE sèche des bois, 76.
POUSSIÈRE animée, 23, 26.
POUVOIR conservateur des sels (expériences sur le), 382 et *suiv.*
PRODUCTION forestière, 94.
PYRITE de fer, 209.
— arsenicale, voy. *Marcassite.*
PYROLIGNITES, voy. aussi *Acétates.*
— de cuivre, 217, 226.
— de fer, 136, 185, 217, 219, 226.
— de plomb décomposé dans le bois par un alcali, 185.
— de zinc, 217, 226.

Q

QUINQUINA, 42.

R

RÉSINES, 7, 12, 13, 119, 197, 340; — résine dissoute dans térébenthine, 212, etc.; — résine avec huile, craie et sable blanc, 318.

S

SAVON blanc, 386.
SELS acides de zinc et sulfures alcalins ou terreux, 274.
— alumineux, 373, voy. aussi *Sulfate d'alumine*, etc.
— alcalins ou terreux; — causes de leur antisepticité, 114 et *suiv.*
SEL ferrugineux insoluble, 273.
— marin, 8, 12, 122, 136, 173, 175, 177, 197, 198, 214, 236, 338, 384, 386; — mêlé au charbon et à l'huile, 200; sel marin imprégnant le bois, qui est ensuite recouvert de goudron et de fer, 273; sel et aromates, 371; — pour les aliments, 361; moyens de faciliter sa pénétration, 361, 362; — avec nitre, 363.
SELS métalliques, causes de leur antisepticité, 111 et *suiv.*
— minéraux; ils sont antiseptiques, 42, 43, 372.
SEL de Seignette (tartrate de potasse et de soude), 386.
SEPTICÉMIE, 87.
SEPTON, 46.
SILICATES alcalins et terreux, 196, 287, 386; — silicates solubles et acide chlorhydrique, 215; — silicate et acide sulfurique, 236; — et acides, 245; — et sulfate de fer, 243; — silicate avec sel de fer, 275; — vapeur d'eau, sulfate de fer et verre soluble, 243; — silicates divers et vapeurs acides, 258; — silicate de soude et acide borique, 276; — silicate de soude et chlorure de calcium, 309.
SOLUBILITÉ des combinaisons albumino-métalliques, 142 et *suiv.*
SOUDE, 46, 185, etc.
SOUFRE, 10, 18, 32, 179, 324, 325, etc.
STRUCTURE végétale, 69.
— anatomique des bois, 96.
SUBLIMÉ CORROSIF, 38, 42, 123, 125, 136, 167, 168, 188, 191, 195, 197, 202, 217, 236, 268, 371, 375, 384, 388; — sa combinaison avec le sel marin, 147; — avec la gélatine, 214; — mêlé au sel marin et à l'alun, 376.
SUCCION vitale des végétaux, 216.
SUCRE, 136.
SUIE, 262; — saumure de suie, 359.
SUIF fondu, 124, 182.
SULFATE d'alumine, 244, 383; — sulfates d'alumine et de fer, 235; — sulfate d'alumine et acétate de plomb, 275.
— de baryte, 136, 197, 249, 253.
— de chaux, 197, 386.
— de cuivre, 42, 108, 136, 197, 216, 227, 234, 241, 243, 244, 250, 256, 261, 268, 277, 281, 288, 304, 384, 386; — son action conservatrice, 132, 134; — mêlé aux sels de fer, 132; — s'altère au contact de la sève, 135, 313; — pénétration plus ou moins complète du sulfate de cuivre dans les bois, suivant leur essence ou leur usage, 134, 296, 297; — quantités absorbées par les différents bois, 298; — répartitions différentes du sulfate de cuivre dans une même pièce de bois, 299; — prix

de l'injection, 301; — sulfate de cuivre dans les bois à la mer, 302, 308, 336.
SULFATE de fer, 27, 32, 122, 123, 136, 168, 170, 171, 172, 174, 175, 183, 197, 202, 209, 216, 243, 244, 309, 386; — avec alun et soufre, 283; — avec sulfate d'alumine, 235; — avec huile, etc., 197; — avec arséniate de soude, etc., 199; — avec verre soluble, 243; — sous-sulfate de fer avec huile de lin, créosote et poix, 183; — persulfate de fer, 373; — sulfate de fer décomposé par sulfure de baryum, 253, 259, etc.; — décomposé par sulfures divers, 285.
SULFATE de magnésie, 197, 383, 386.
— de manganèse, 242, 386; — uni au sulfure de calcium, 274; — uni au carbonate de soude, 260,
— de potasse, 383, 386.
— de zinc, 136, 197, 216, 227, 244, 245, 260, 278, 282, 283, 373, 375, 386.
SULFITE de soude, 383, 386.
— et bisulfite, et hyposulfite de potasse, 384, 386.
SULFOCYANURE de potassium, 386.
SULFOMÉTHYLATE de potasse, 386.
SULFOVINATE de potasse, 386.
SULFURE de calcium, 253, 259, etc.; — avec sulfate de cuivre, 284; — avec sulfate de manganèse, 274.
SURAZOTATION, 51.

T

TABLEAU résumant les anciens procédés de conservation, 89; — les nouveaux, 152.
TANIN et noix de galle, 12, 42, 136, 242, 285.
TANNAGE des peaux, 378.
TANNATE de protoxyde de fer, 341.
TARET, description de ce térébrant; redoute le goudron et les huiles créosotées, 137 et *suiv.*; — action des sels métalliques sur ses spermatozoïdes, 267.
TARTRATE et bitartrate de potasse, 386.
— d'ammoniaque, 386.
THÉORIE de la conservation des bois, 109 et *suiv.*
TORRÉFACTION, causes de son antisepticité, 113 et *suiv.*, 246, 261.
TOURBE, 176, 197.
TRICHINES, 83.

V

VAPEUR d'eau ordinaire ou bien surchauffée, 168, 184, 186, 188, 197, 199, 255, 263, 271, 283, 284, 285, 289, etc.
VAPEURS résineuses ou goudronneuses et créosotées, 5, 16, 29, 122, 176, 180, 189, 210, 213, 269, 375.
VÉGÉTAUX, leur composition, 69.
VERRE soluble, voy. *Silicates alcalins.*
VIANDE, sa composition, 350; — créosotée, 356.
VIBRIO rugula, 68, 87.
VIN (conservation du), 15, 16, 17, etc.
VINAIGRE, 12, 18, 30, 31, 384; — aromatique, 18, 30.
VIRUS, 81.

Paris. — Typographie Georges Chamerot, rue des Saints-Pères, 19.

ERRATA

—

PAGES :	LIGNES :	AU LIEU DE :	LISEZ :
37	14	Annuaire 1852	Formulaire magistral 1858.
84	15	superficie	surface.
84	26	énumérés	numérés.
303	16	obtenue pour	obtenue par.

E J. BAUDRY, ÉDITEUR

— MÊME MAISON À LIÉGE.

teur.

eau. Égouts et irrigations. Un volume
. . . . . 12 fr. »

ofesseur.

Université de Liége. Un volume in-8°,
. . . . . 6 fr. »

miste.

rique. — Préparation. — Propriétés.
volume in-12, avec nombreuses gra-
. . . . . 4 fr. »

tion et de la distribution des eaux dans
et considérablement augmentée,
e fasle. . . . . 10 fr. »

. Un volume in-8°. . . . . 7 fr. 50

énieur.

bles et les plus nouvelles à l'exposition
outils. — Locomotives. — Appareils
évents de la métallurgie. Un volume
n-folio. . . . . 35 fr. »

professeur.

8° avec de nombreuses gravures dans
. . . . . 16 fr. »

téraux employés, dans les industries
uctions et dans l'ornement. Un volume
. . . . . 10 fr. »

re. Un volume in-16. . . . 1 fr. 50

des Saints-Pères, 19.

3 2044 102 887 395

U. HOLZER
BINDER
BOSTON, MASS.